DEN [illegible]

AKADEMIE D[illegible]

MATHEMATISCH-NATU[illegible]

VIERZIG[illegible]

WIEN

[illegible]

DENKSCHRIFTEN

DER

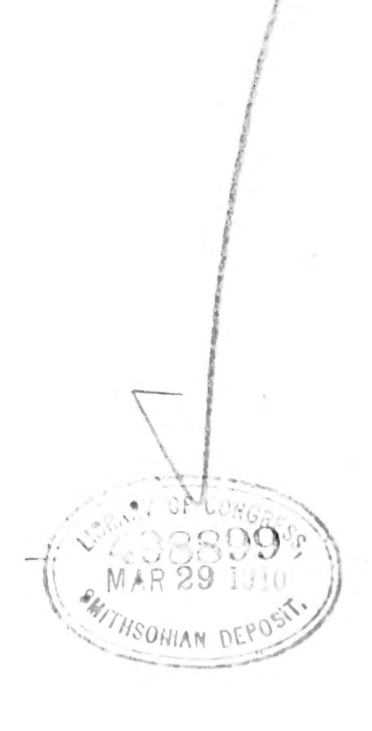
KAISERLICHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE

VIERUNDACHTZIGSTER BAND





WIEN.

AUS DER KAISERLICH-KÖNIGLICHEN HOF- UND STAATSDRUCKEREI.

1909.

Inhalt.

UNTERSUCHUNGEN

ÜBER DIE

BAHNELEMENTE DER KOMETEN 1907 II UND 1742

VON

E. WEISS,
W. M. K. AKAD. D. WISS.

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 6. FEBRUAR 1908.

I.

In den ersten Abendstunden des 8. April 1907 entdeckte J. Grigg zu Thames auf Neuseeland in der Nähe von α Caeli einen mäßig hellen teleskopischen Kometen, der einer runden Nebelmasse von etwa 15′ Durchmesser mit ungleichmäßig verteilter Lichtstärke ohne deutlichen Kern glich, erhielt aber von ihm nur genäherte Positionen zwischen dem 8. und 11. April. Außer ein paar weiteren, von Liebhabern der Astronomie zwischen dem 10. und 12. April erhaltenen genäherten Ortsbestimmungen gelangen keine anderen Beobachtungen auf der Südhalbkugel, weil der Komet sich so rasch nach NE bewegte, daß er ihr bereits entschwunden war, als die Nachricht von seiner Entdeckung bekannt wurde. Glücklicherweise entdeckte ihn aber Mellish in Madison am 14. April auch auf der nördlichen Hemisphäre, worauf ihn nachträglich auch noch Barnard ganz am Rande einer Platte vom 13. April fand, die er behufs Aufnahme des Kometen 1907 I angefertigt hatte. Der Komet ist, soweit bisher bekannt, bis 14. Mai, im ganzen also durch 36 Tage verfolgt worden, jedoch mit einer Unterbrechung von 12 Tagen (18. bis 29. April), wo Mondschein seine Beobachtung hinderte.

Kurz nach seiner Entdeckung wurden zwei Elementensysteme berechnet: eines von Merfield aus den Einstellungen von Grigg und eines von Miss Lamson und Frederik aus Beobachtungen vom 15., 16. und 17. April. Einer systematischen Untersuchung der Kometen der Jahre 1906 und 1907 in Bezug auf die Sichtbarkeitsverhältnisse vor ihrer Entdeckung wollte ich aber genauere Elemente des Kometen 1907 II zu Grunde legen als die einerseits nur aus den unsicheren Beobachtungen von Grigg, andrerseits bloß aus einem dreitägigen Intervalle geschlossenen und ermittelte deshalb aus Beobachtungen vom 15. April, 7. und 14. Mai ein Elementensystem, das ich durch eine teilweise Ausgleichung dem Mittel der Grigg'schen Einstellungen vom 8. und 11. April und der Barnard'schen Beobachtung vom 13. tunlichst anzuschließen suchte. Ich erachtete nämlich infolge der relativ guten Übereinstimmung der Elemente

von Merfield mit denen von Lamson und Frederik die Einstellungen von Grigg für hinreichend sicher, um sie wegen der sehr großen geozentrischen Bewegung des Kometen in den ersten Tagen nach seiner Entdeckung (52° vom 8. bis 13. April) mit Vorteil zu einer Bahnbestimmung heranziehen zu können. Dadurch erhielt ich die in den Astronomischen Nachrichten, Bd. 176, p. 62, veröffentlichte Parabel, welche aber, wie auch bereits dort bemerkt wurde die Beobachtungen keineswegs befriedigend darstellt. Dies veranlaßte mich, mit Ausschluß der Beobachtungen von Grigg an der soeben erwähnten Bahn ein paar geringfügige Änderungen vorzunehmen, um sie den übrigen Beobachtungen besser anzuschließen.

Diese Bahn lautet:

$$T = \text{März } 27\cdot6107 \text{ mittlere Berliner Zeit}$$
$$\omega = 328^\circ\ 47'\ 35''4 - 0''14\ (t-1907\cdot0)$$
$$\Omega = 189\quad 7\quad 33\cdot4 + 50\cdot20\ (t-1907\cdot0)$$
$$i = 110\quad 4\quad 45\cdot0 - 0\cdot46\ (t-1907\cdot0)$$
$$\log q = 9\cdot965666$$

$$x = \overline{9\cdot995127}\ r \sin(v + 235^\circ\ 38'\ 11''3)$$
$$y = \overline{9\cdot199981}\ r \sin(v + 215\quad 26\quad 41\cdot5)$$
$$z = \overline{9\cdot999363}\ r \sin(v + 325\quad 10\quad 8\cdot1)$$

Eine nach diesen Elementen von Tag zu Tag berechnete Ephemeride hatte in der ersten Periode der Sichtbarkeit des Kometen noch einen so unregelmäßigen Gang in den geozentrischen Polarkoordinaten, daß sie keine Interpolation zuließ. Die rechtwinkeligen Koordinaten leiden an diesem Übelstande nicht mehr; ich interpolierte deshalb diese in den ersten Tagen ins Viertel, später in die Hälfte, woraus folgende Ephemeride entstand:

Mittlere Berliner Zeit.

1907	α app.	δ app.	log r	log Δ	Lichtzeit
April 7·00	4h 9m 39s13	— 49° 24' 6"3	9·97426	9·39666	2m 4s1
7·25	16 30·08	48 7 15·1		9·38824	2 1·7
7·50	23 15·49	46 45 50·6		9·38006	1 59·4
7·75	29 54·73	45 19 50·7		9·37215	57·3
8·00	36 27·30	43 49 14·7	9·97594	9·36456	55·2
8·25	42 52·85	42 14 5·2		9·35734	53·3
8·50	49 10·80	40 34 25·9		9·35053	51·6
8·75	4 55 20·83	38 50 24·5		9·34418	50·0
9·00	5 1 22·97	37 2 12·1	9·97776	9·33834	48·5
9·25	7 16·71	35 10 1·1		9·33305	47·2
9·50	13 1·94	33 14 9·7		9·32836	46·0
9·75	18 38·55	31 14 57·8		9·32432	45·0
10·00	24 6·43	29 12 47·4	9·97972	9·32096	44·2
10·25	29 25·61	27 8 3·6		9·31831	43·6
10·50	34 36·20	25 1 16·5		9·31641	43·2
10·75	39 38·10	22 52 56·0		9·31527	42·9
11·00	44 31·49	20 43 33·7	9·98181	9·31490	42·8
11·25	49 16·37	18 33 40·9		9·31531	42·9
11·50	53 52·65	16 23 50·2		9·31650	43·2
11·75	5 58 20·94	— 14 14 33·0		9·31844	1 43·7

1907	α app.	δ app.	log r	log Δ	Lichtzeit
April 12·0	6^h 2^m 41^{s}56	— 12° 6' 19"9	9·98402	9·32112	1^m 44^{s}3
12·5	10 59·10	7 54 55·2		9·32860	46·1
13·0	18 47·01	3 52 51·6	9·98635	9·33863	48·6
13·5	26 6·83	— 0 2 39·2		9·35086	51·7
14·0	33 0·23	+ 3 34 2·7	9·98880	9·36492	55·3
14·5	39 28·90	6 56 17·8		9·38042	1 59·1
15·0	45 34·52	10 3 50·6	9·99135	9·39701	2 4·2
15·5	51 18·79	12 56 53·6		9·41438	9·3
16·0	6 56 42·99	15 36 0·9	9·99401	9·43226	14·7
16·5	7 1 48·59	18 2 2·8		9·45042	20·4
17·0	6 36·91	20 15 51·9	9·99677	9·46868	26·5
17·5	11 9·26	22 18 26·1		9·48691	32·7
18·0	15 26·75	24 10 45·3	9·99963	9·50499	39·2
18·5	19 30·44	25 53 44·6		9·52285	45·9
19·0	7 23 21·34	+ 27 28 14·3	0·00257	9·54043	2 52·7
Mai 2·5	8 22 46·41	+ 45 30 23·3	0·04877	9·88308	6 20·3
3·5	25 22·53	46 2 15·9	0·05251	9·90068	36·0
4·5	27 51·36	31 28·3	0·05627	9·91757	51·7
5·5	30 13·66	58 17·3	0·06006	9·93378	7 7·4
7·5	32 30·11	47 22 58·9	0·06386	9·94935	23·0
7·5	34 41·32	45 47·8	0·06768	9·96434	38·5
8·5	8 36 47·75	+ 48 6 55·4	0·07151	9·97876	7 54·0

Der Komet verweilte länger als zwei Monate in einer geringeren Entfernung als 1·0 von der Erde und näherte sich ihr in den Mittagsstunden des 11. April bis auf auf 0·207 Erdbahnhalbachsen.

Der Erdbahn selbst kommt der Komet im aufsteigenden Knoten, den er 20·9 Tage nach seinem Periheldurchgange erreicht, bis auf 0·0029 nahe. An diesem Punkte steht die Erde am 30. März; hätte also die Perihelpassage nur 18 Tage früher, also am 9. statt 27. März stattgefunden, so hätte sich seine Erscheinung zu einer glänzenden gestaltet. Sollte der Komet einen Meteorstrom hinterlassen haben, so liegt der Radiant desselben in $\alpha = 307^\circ 6$ $\delta = -60^\circ 7$. Es wäre daher sehr erwünscht, wenn Beobachter auf der südlichen Hemisphäre Ende März der kommenden Jahre ihre Aufmerksamkeit den Sternschnuppen zuwenden würden, um zu konstatieren, ob ein solcher Radiant vorhanden ist.

Ich verglich nun zunächst die in den Astronomischen Nachrichten, Bd. 175, p. 176, publizierten Beobachtungen Grigg's mit der Ephemeride, und zwar die vom 8., 10. und 11. April, an welchen Tagen er mehrere Einstellungen vorgenommen hat, gesondert, um einen Einblick in die innere Übereinstimmung derselben zu gewinnen. Die Beobachtungen sind in Neuseeländer Zonenzeit angegeben; ich habe sie mit der Länge von Thames (11^h 42^m 11^s E von Greenwich = 10^h 48^m 36^s E von Berlin) auf Ortszeit reduziert und im Sinne: Beob.—Rechn. erhalten:

1907	Mittl. Zeit Thames	α	δ	Δα	Δδ
April 8	7^h 44^m 11^s	4^h 33^m 30^s	— 44° 25'	+ 0^m 24^{s}1	+ 11'7
	9 26 11	35 30	— 44 2	+ 0 32·0	+ 8·2
	10 18 11	37 30	— 43 44	+ 1 35·6	+ 13·1

1907	Mittl. Zeit Thames	α	δ	Δα	Δδ
April 9	9h 24m 11s	4h 59m 0s	− 37° 22'	− 0m 57s0	+ 6'5
10	6 58 41	5 19 10	− 30 30	− 1 26·4	+ 1·7
	8 5 35	21 0	− 30 6	− 0 37·5	+ 3·1
	8 39 5	21 50	− 29 53	− 0 17·9	+ 4·7
	9 17 29	22 30	− 29 41	− 0 12·7	+ 3·6
11	7 3 11	5 40 48	− 21 55	− 0 40·6	+ 9·7
	7 38 11	42 0	− 21 45	+ 0 4·1	+ 7·7
	8 2 11	42 20	− 21 38	+ 0 4·5	+ 6·1
	9 2 11	43 38	− 21 34	+ 0 33·8	(−11·5)

Die Interpolation wurde nach dem Anbringen der Lichtzeit noch vor der Berechnung der parallaktischen Faktoren ausgeführt und dann nach dem Ergebnisse der Vergleichungen die Berücksichtigung der Parallaxe für überflüssig erachtet. Die Differenzen in *AR* zeigen nämlich, wie man auf den ersten Blick sieht, einen sehr bedeutenden, täglich in demselben Sinne und beiläufig in derselben Größe wiederkehrenden Gang.

Bildet man nämlich an jenen Tagen, wo mehrere Einstellungen vorhanden sind, einfach die Differenz zwischen der ersten und letzten *AR*-Abweichung, so erhält man:

1907	Zwischenzeit	Variation
April 8	2h 34m	+ 1m 11s5
10	2 19	+ 1 13·7
11	1 59	+ 1 14·4

also im Durchschnitt eine Variation von + 32s in 1 Stunde.

In den Deklinationsabweichungen ist ein täglicher Gang nicht zu erkennen, die letzte Deklinationseinstellung vom 11. April aber wohl durch einen Ablese- oder Schreibfehler um 20′ entstellt.

Der gleichartige tägliche Verlauf der *AR*-Korrektionen und der relativ geringe Fehler der Deklinationseinstellungen, der noch dazu die ganze Zeit hindurch nahezu konstant geblieben ist, verbunden mit der raschen geozentrischen Bewegung des Kometen, lassen es begreiflich erscheinen, daß trotzdem die aus diesen Beobachtungen abgeleiteten Elemente von Merfield der Wahrheit ziemlich nahe kommen. Andrerseits gestatten aber die Größe des Ganges der *AR*-Korrektionen, sein der Zeit nahezu proportionaler Verlauf sowie die großen Sprünge der Korrektionen zwischen den einzelnen Tagen keinen einigermaßen sicheren Rückschluß auf die Positionen des Kometen. Es ist daher klar, daß die Beobachtungen zu einer Berechnung und Verbesserung der Elemente nicht verwertet werden können, wenn es nicht gelingt, die Ursache der Fehler aufzufinden. Dazu fehlt aber jede Handhabe, indem Grigg nur angibt: »I could not use the micrometer« und »the positions were reduced by comparison with readings of Nautical Amanac stars«.

Trotz der Größe des Ganges scheint es mir immerhin noch am wahrscheinlichsten, daß er von einer mangelhaften Adjustierung der parallaktischen Montierung herrührt. Ist diese Annahme richtig, dann könnte man, wenn Grigg das Detail seiner Beobachtungen publizieren würde, aus den Einstellungen der

Nautical Almanac-Sterne die Instrumentalfehler berechnen, und die Beobachtungen von denselben befreien. Es wäre dies um so schätzenswerter, als durch deren Einbeziehen der heliozentrische Bogen um 8°0 und der geozentrische um 52° vergrößert würde, wodurch die Bahn dieses, wie sich später zeigen wird, sehr interessanten Gestirnes sich erheblich sicherer ermitteln ließe als aus den übrigen spärlichen Beobachtungen.

Läßt man die Korrektion für den 9. (respektive 8.) April sowie die Mittel der Korrektionen an den anderen Tagen für den Mittag des nachfolgenden Tages gelten, von dem sie nirgends um mehr als 0·12 Tage abweichen, so erhält man folgendes Tableau:

Mittl. Berl. Zeit	*AR*	Dekl.	$\Delta\alpha$	$\Delta\delta$
1907 April 8·0	$4^h\ 37^m\ 18^s$	−43° 38ʹ2	$+51^s$	+11ʹ0
9·0	5 0 26	−36 55·7	−57	+ 6·5
10·0	5 23 28	−29 9·5	−39	+ 3·3
11·0	5 44 32	−20 35·8	+ 1	+ 7·8

Im 30. Bande, p. 396, der Zeitschrift Observatory hat Turner noch drei weitere Beobachtungen des Kometen aus Wanganui von einem nicht genannten Beobachter und eine von Hudson aus Wellington bekannt gemacht und aus einer sorgfältig ausgeführten, von Grigg unmittelbar nach der Entdeckung entworfenen Skizze der Himmelsgegend, in welcher sich der Komet befand, seinen Ort für die Zeit der Entdeckung abgeleitet. Die Positionen lauten in Neu-Seeländer Zonenzeit, die der Greenwicher Zeit $11^h\ 30^m$ voraus ist:

Mittl. Neuseel. Zeit	α	δ	Beobachter	$\Delta\alpha$	$\Delta\delta$
1907 April 8 $7^h\ 28^m$	$4^h\ 32^m\ 53$	− 44° 38ʹ	Grigg, Thames	− 8^s	− 0ʹ3
10 9 0	5 22 45	29 40	? Wanganui	+ 8	+ 6·4
11 7 45	5 42 .	21 45	Hudson, Wellington	− 11	+ 0·9
11 8 0	5 42 40	21 37	? Wanganui	+ 16	+ 3·5
12 8 0	6 0 10	− 12 58	? »	− 38	+ 4·5

Das Resultat der Vergleichung dieser Beobachtungen mit meiner Ephemeride, bei dem wieder die Parallaxe nicht berücksichtigt ist, habe ich gleich beigefügt. Darnach scheinen die Positionen so verläßlich zu sein, daß sie mindestens zur Kontrolle sehr gute Dienste werden leisten können. Vereinigt man die letzten vier und läßt man die Korrektionen für den nächsten Vierteltag gelten, so erhält man

1907 April 7·75 mittlere Berliner Zeit $\Delta\alpha = -8^s$ $\Delta\delta = -0ʹ3$
» 11·00 » » » $\Delta\alpha = -6$ $\Delta\delta = +3·8$

Von den übrigen Beobachtungen Grigg's gibt Turner im Observatory nur die Mittelwerte an, die zum Teil ganz erheblich von den Angaben in den Astronomischen Nachrichten, Bd. 175, abweichen. Es kann daher nur der Wunsch nach einer detaillierten Publikation der Neuseeländer Beobachtungen nochmals dringend wiederholt werden.

Ich habe nun weiters die übrigen bisher bekannten Beobachtungen, abgesehen von denen der Lick-Sternwarte vom 29. und 30. April, die ich übersehen hatte, den vier vom 17. April aus Algier, die erst nach dem Abschlusse der Arbeit publiziert worden sind, und der vom 10. Mai in Straßburg, bei welcher der Vergleichstern unbestimmt ist, mit der Ephemeride verglichen und bemerke dazu folgendes.

Die amerikanischen Beobachtungen sind mit Ausnahme der von Barnard und der von der Lick-Sternwarte bloß Telegrammen an die Astronomischen Nachrichten (Bd. 174) entnommen und dort in Greenwicher Zeit angegeben. Der Konformität wegen habe ich diese Zeiten in Ortszeit umgesetzt und die parallaktischen Faktoren, wo sie nicht angegeben waren, hinzugefügt so wie die mittleren Positionen (in Taunton und Heidelberg) auf scheinbare gebracht. Die Sternwarten Arcetri, Heidelberg, Madison, Mount Hamilton, Nizza, Rom, Straßburg, Taunton, Washington und Williams Bay sind der Reihe nach durch die Buchstaben *A, H, M, L, N, R, S, T, W* und *Y* gekennzeichnet, wobei die zweiten Rom beigesetzten Buchstaben M., B. und Z. die Beobachter Millosevich, Bianchi und Zappa angeben. Es ergibt sich damit folgende Zusammenstellung:

Mittl. Ortszeit		α app.	l. f. P.	δ app.	l. f. P.
1907 April 13	8h 18m 5s *Y*	6h 27m 50s·1	9·510	+ 0° 53' 31"	0·770
14	8 40 46 *M*	6 40·1	.	+ 7 56	.
14	10 20 7 *M*	6 41·5	.	+ 8 15	.
15	8 42 37 *W*	6 52 32·5	9·560	+13 33 46	0·649
15	9 33 44 *L*	6 54 15·08	9·636	+14 25 16·8	0·641
16	8 22 6 *R* B.	7 0 17·47	9·505	+17 19 12·8	0·621
16	8 41 1 *W*	7 2 53·5	9·558	+18 32 44	0·597
16	8 23 49 *L*	7 3 58·44	9·557	+19 3 4·5	0·517
17	10 4 18 *A*	7 10 27·90	9·631	+22 0 2·6	0·677
17	10 31 37 *N*	7 10 42·53	9·649	+22 7 15·8	0·700
17	9 14 10 *T*	7 12 8·19	9·592	+22 45 26·9	0·597
17	9 0 28 *W*	7 12 13·8	9·522	+22 47 7	0·492
17	8 45 56 *L*	7 13 12·54	9·582	+23 12 50·1	0·487
18	11 51 22 *N*	7 19 33·35	9·674	+25 55 2·8	0·752
Mai 2	11 56 39 *R* Z.	8 22 47·15	9·794		.
2	12 12 31 *R* Z.		.	+45 30 12·9	0·671
4	8 36 42 *R* B.	8 27 31·36	9·643	+46 27 8·4	9·876
4	9 43 23 *R* M.	8 27 38·77	9·742	+46 28 16·9	0·277
7	9 29 52 *R* B.	8 34 29·12	9·743	+47 42 56·8	0·142
7	9 53 20 *R* Z.	8 34 30·14	9·768	+47 43 28·1	0·261
7	9 40 0 *S*	8 34 32·02	9·740	+47 43 36·5	0·398
7	9 58 36 *K*	8 34 33·5	9·714	+47 43 49·1	0·434
7	10 27 11 *L*	8 35 21·78	9·825	+47 52 3·2	0·323
14	9 48 10 *S*	8 48 2·88	9·681	+49 45 14·7	0·342

Von den Beobachtungen habe ich wohl jede einzeln wegen Lichtzeit und Parallaxe korrigiert und auch für jede Beobachtungszeit die Interpolationsfaktoren $\binom{n}{1}$, $\binom{n}{2}$, $\binom{n}{3}$.. gebildet, dann aber jene Beobachtungen, welche nur 1 bis 2 Stunden auseinanderliegen, in ein Mittel vereinigt und die Interpolation auf das zugehörige Zeitmittel mit dem Mittel der Interpolationsfaktoren durchgeführt. Die zusammengezogenen Beobachtungen sind oben durch eine Klammer verbunden. Man bekommt so, wieder im Sinne Beob.-Rechn.:

Mittl. Berl. Zeit			Δα	Δδ	Zahl d. Beob.
1907	April	13·63	− 3ˢ38	− 6ʺ9	1
		14·68	(−55	− 1ʹ0)	2
		15·69	− 0·25	+15ʺ5	2
		16·35	− 0·02	+ 0·3	1
		16·67	+ 0·33	+ 2·7	2
		17·44	− 0·09	− 4·7	2
		17·66	− 0·62	− 9·1	3
		18·51	+ 0·07	−10·6	1
	Mai	2·50	+ 2·34	−20·7	1
		4·38	+ 1·85	−18·9	2
		7·41	+ 2·14	−18·3	4
		7·81	+ 2·21	−18·5	1
		14·41755	+ 0·27	+ 0·5	1

Die Beobachtungen in Madison vom 14. April sind nur der Vollständigkeit wegen angeführt, da sie, wie schon ihre Angabe bloß in runden Zahlen darauf hinweist, nur Einstellungen zur Verifikation der Entdeckung sind. Die starke Abweichung der photographischen Beobachtung Barnard's vom 13. April kann entweder durch Verzerrung des Bildes hart am Rande oder dadurch verursacht worden sein, daß die Durchsichtigkeit der Luft während der Aufnahme sich änderte und infolge davon die Mitte der Kometenspur nicht auf die Mitte der Expositionszeit fällt; sie kann aber auch von einer Abweichung der Bahn von einer Parabel herrühren.

Vereinigt man die beiden für den 16. und 17. April und 7. Mai erhaltenen Abweichungen in ein Mittel, läßt man dann die für April 15. bis Mai 7. erhaltenen Korrektionen für die nächste Mitternacht gelten und bringt man auch die Reduktion vom scheinbaren auf mittleren Ort an, so erhält man die nachstehenden neun Kometenpositionen, denen ich des Folgenden wegen auch die Abweichungen von der Ephemeride beifüge.

Mittl. Berl. Zeit			α 1907·0	δ 1907·0	Δα	Δδ
1907	April	13·62778	6 27 51·67	+ 0° 54ʹ 0ʺ8	− 3ˢ38	− 6ʺ9
		15·5	51 18·68	12 57 12·8	− 0·25	+ 15·5
		16·5	7 1 48·89	18 2 8·0	+ 0·16	+ 1·5
		17·5	11 9·05	22 18 22·8	− 0·36	− 6·9
		18·5	7 19 30·66	25 53 37·5	+ 0·07	− 10·6
	Mai	2·5	8 22 48·89	45 30 6·0	+ 2·34	− 20·7
		4·5	27 53·36	46 31 12·8	+ 1·85	− 18·9
		7·5	34 43·63	47 45 32·8	+ 2·18	− 18·4
		14·41755	8 48 3·38	+ 49 45 19·7	+ 0·27	+ 0·5

Die Abweichungen bewegen sich durchgängig in so engen Grenzen, daß ich ein weiteres Ausfeilen der Bahn für verfrüht halte, ehe die Schlußreduktion der amerikanischen Beobachtungen vorliegt und das Beobachtungsmaterial überhaupt vollständiger publiziert sein wird. Übrigens sind die Elemente jedenfalls bereits so genau, daß sie als Grundlage zur Bildung der Normalorte für eine definitive Bahnberechnung vollkommen ausreichen; ich habe deshalb auch die Ephemeride so weitläufig mitgeteilt, damit sie zu diesem Zwecke verwendet werden kann.

II.

Beim Bekanntwerden der Elemente des Kometen 1907 II machte Professor A. Berberich auf die sehr bedeutende Ähnlichkeit derselben mit den Elementen des mächtigen Kometen von 1742 aufmerksam, von dem seit kurzem eine mit großer Sorgfalt von Dr. B. Cohn in Straßburg durchgeführte definitive Bahnbestimmung vorliegt. Meine Rechnungen haben diese Ähnlichkeit vollständig bestätigt, wie eine Nebeneinanderstellung der Bahn von Cohn mit meiner Parabel unmittelbar erkennen läßt, bei der ich die von der Lage des Äquinoktialpunktes abhängigen Größen mit den dort angegebenen jährlichen Variationen derselben auf 1742·0 reduziert habe. Man erhält so

	Komet 1907 II	Komet 1742
T	1907 März 27·6107	1742 Februar 8·20286
ω	328° 48'0	328° 3' 5"3
☊	186 49·5	185 36 10·2
i	110 6·0	112 58 50·0
$\log q$	9·965666	9·884098

Die Ähnlichkeit ist in allen Stücken eine so weitgehende, daß sie einem bloßen Spiele des Zufalles wohl nicht zugeschrieben werden kann. Ich entschloß mich daher, zu untersuchen, inwieweit die Beobachtungen durch eine relativ kurze Umlaufszeit von 165 Jahren ($a = 30$) dargestellt werden können.

Zu diesem Behufe legte ich nach der Methode von Hornstein unter der Annahme $a = 30$ durch den dritten und letzten (April 16·5 und Mai 14·41755) der oben angegebenen neun Kometenorte zwei Ellipsen: eine mit dem aus der Parabel folgenden Verhältnisse der beiden geozentrischen Distanzen $\log M = 0{\cdot}603970$ und eine zweite mit einem um 600 Einheiten der sechsten Dezimale kleineren. Setzt man nun voraus, daß die dadurch hervorgebrachten Variationen in den Elementen und in den geozentrischen Positionen des Kometen den Variationen von $\log M$ noch proportional verlaufen, so läßt sich das Resultat dieser Rechnungen übersichtlich aus der nachstehenden Tabelle ersehen.

$$\log M = 0{\cdot}603970 - 600\,x$$
$$T = \text{März } 27{\cdot}2209 + 0{\cdot}^{\text{t}}0032\,x$$
$$\omega = 328°\ 26'\ 0''1 - 41''4\,x$$
$$☊ = 189\ \ 14\ \ 31{\cdot}8 - 85{\cdot}0\,x$$
$$i = 109\ \ 51\ \ 45{\cdot}9 - 119{\cdot}2\,x$$
$$\log q = 9{\cdot}965334 - 0{\cdot}000002\,x$$
$$e = 0{\cdot}969224\ldots..$$

1907	α	δ
April 13·62778	6h 27m 53s67 + 3s73 x	+ 0° 54' 8"5 + 108"5 x
15·5	6 51 19·25 + 0·68 x	12 57 1·9 + 22·7 x
17·5	7 11 10·00 − 0·75 x	22 18 36·8 − 23·6 x
18·5	19 31·65 − 1·08 x	25 53 57·4 − 35·7 x
Mai 2·5	22 48·24 − 1·39 x	45 30 25·6 − 19·6 x
4·5	27 53·09 − 1·21 x	46 31 30·5 − 15·7 x
7·5	7 34 42·57 − 0·77 x	+ 47 45 50·0 − 9·8 x

Die Orte April 16·5 und Mai 14·41755, durch welche die Bahnen gelegt wurden, sind in diese Zusammenstellung nicht aufgenommen.

Im Zusammenhalte dieser Tabelle mit den am Schlusse des vorigen Abschnittes zusammengestellten Kometenpositionen gewinnt man weiter:

	$\Delta\alpha$	$\Delta\alpha\cos\delta$	$\Delta\delta$
1907 April 13·6	-2^s00-3^s73x	$-30''0-56''0x$	$-7''7-108''5x$
15·5	$-0·57-0·68x$	$-8·4-9·9x$	$+10·9-22·7x$
17·5	$-0·95+0·75x$	$-13·2+10·8x$	$-14·0+23·6x$
18·5	$-0·99+1·08x$	$-13·4+14·5x$	$-19·9+35·7x$
Mai 2·5	$+0·65+1·39x$	$-6·9+14·6x$	$-19·6+19·6x$
4·5	$+0·27+1·21x$	$+2·9+12·5x$	$-17·7+15·7x$
7·5	$+1·02+0·77x$	$+10·3+7·8x$	$-17·1+9·8x$

Die vom Faktor x freien Zahlen stellen im Sinne Beob.-Rechn. die Abweichungen der Kometenorte von der Grundellipse (log. $M = 0·603970$) dar. Vergleicht man sie mit den weiter oben angeführten Abweichungen der Parabel, die aus denselben beiden Orten und mit demselben M gerechnet ist, so erhellt, daß die Ellipse die Beobachtungen erheblich besser wiedergibt als die Parabel und daß namentlich die Diskordanz der Barnard'schen Aufnahme sich wesentlich gemildert hat. Es läßt sich daher wohl mit Bestimmtheit annehmen, daß bei einer strengen Ausgleichung dies Verhältnis sich nicht umkehren und eine Ellipse von 165 Jahren die Beobachtungen in befriedigender Weise und besser darstellen wird als eine Parabel. Bei der recht beträchtlichen Annäherung des Kometen an die Erde (April 11·0, $\Delta = 0·207$) wird sie wohl merkliche Störungen auf ihn ausgeübt haben, keineswegs aber so bedeutende und unregelmäßige, daß die Sachlage sich dadurch ändern könnte.

Beim Betrachten des Fehlertableaus erkennt man ohne Mühe, daß beim Beibehalten des ersten Ortes eine irgendwie nennenswerte Verbesserung der Darstellung sich nicht erzielen läßt. Schließt man ihn daher aus und gibt man den anderen Positionen durchaus das gleiche Gewicht, so erhält man als wahrscheinlichsten Wert für x:

$$x = +0·597.$$

Unter der Voraussetzung, daß die Änderungen der Elemente und geozentrischen Positionen den Änderungen von log M proportional seien, resultiert folgende Bahn:

$$\log M = 0·603612$$

$T = 1907$ März 27·2228 mittlere Berliner Zeit

$$\left.\begin{aligned}\omega &= 328^\circ\ 25'\ 35''5\\ \Omega &= 189\ \ 13\ \ 41·1\\ i &= 109\ \ 50\ \ 34·7\end{aligned}\right\}\text{ mittl. Äquin. 1907}$$

$$\log q = 9·965333$$

$$e = 0·969224$$

$$a = 30;\ U = 165 \text{ Jahre}$$

mit den mutmaßlichen Fehlern:

	Δα	Δα cos. δ	Δδ
1907 April 13·6	(— 4^s23)	(—63"4)	(— 72"5)
15·5	— 0·97	—14·3	— 2·7
17·5	— 0·48	— 6·8	+ 0·1
18·5	— 0·35	— 4·7	+ 1·7
2·5	+ 0·18	+ 1·8	— 7·9
4·5	+ 0·99	+10·4	— 8·3
7·5	+ 1·48	+15·0	— 11·2

Die Berechnung des Kometenortes am ersten und letzten Tage, an dem Grigg ihn beobachtet hat (April 8. und 11.), mit der Grundellipse (log $M = 0 \cdot 603790$) führte auf ein Resultat, das mich einigermaßen überraschte. Man findet nämlich

	α	δ
1907 April 8·0 Parabel	4^h 36^m 27^s	—43° 49'2
Ellipse	4 36 22	—43 49·7
April 11·0 Parabel	5 44 31	—20 43·6
Ellipse	5 44 29	—20 43·2

Es ändert also trotz der großen Nähe des Kometen und trotz seines sehr raschen Laufes der Übergang von der Parabel auf eine Ellipse mit der relativ kurzen Umlaufszeit von 165 Jahren seinen geozentrischen Lauf vom 8. bis 11. April fast gar nicht!

III.

Das Ergebnis der voranstehenden Rechnungen fordert unwillkürlich dazu auf, eine ähnliche Untersuchung für den Kometen 1742 durchzuführen, um zu erfahren, ob die Beobachtungen desselben nicht auch durch eine Ellipse mit 165 Jahren Umlaufszeit wiedergegeben werden können.

Dr. B. Cohn hat seine definitive Bahnbestimmung des Kometen 1742 in den Astronomischen Nachrichten, Bd. 170, p. 245 bis 263, veröffentlicht und Bd. 172, p. 105, einen Nachtrag dazu geliefert, in welchem er aber nur die Zeit des Periheldurchganges und die Periheldistanz um ganz geringfügige Quantitäten ändert, ohne im übrigen etwas Wesentliches beizufügen.

Von den fünf Normalorten, in die das Beobachtungsmaterial zusammengefaßt wird, wurde wegen ungenügender Darstellung der letzte bei der Schlußausgleichung nicht berücksichtigt. Die Diskordanz desselben kann auch nicht befremden, wenn man die Fehler der Beobachtungen betrachtet, die in diesen Normalort vereinigt sind; sie lauten:

	Δα cos. δ	Δδ	Beobachter
1742 April 24·40	— 1^s6	.	Lacaille
27·41	— 5·2	+ 3'7	»
28·39	.	+ 4·2	Maraldi

	$\Delta\alpha$ cos. δ	$\Delta\delta$	Beobachter
1742 April 29·42	-19^s3	$+0'3$	Maraldi
30·44	$-16·8$	$+0·6$	»
Mai 2·43	$-19·2$	$-1·0$	»
5·46	$+4·9$	$+0·7$	»
6·38	$+4·6$	$+2·1$	»

Die drei Beobachtungen Maraldi's vom 29. und 30. April und 2. Mai weichen von den übrigen in *AR* in demselben Sinne und in derselben Größe so stark ab, daß die Differenz Beobachtungsfehlern allein nicht zugeschrieben werden kann. Die *AR*-Fehler des früheren Normalortes bewegen sich aber wie die der übrigen zwischen April 24. und Mai 6. angestellten Beobachtungen zwischen $+2^s4$ und -6^s2 und liefern im Mittel als Korrektion $\Delta\alpha\cos\delta = -0^s92$; man ist daher wohl berechtigt anzunehmen, daß es Maraldi's *AR* vom 29. und 30. April und 2. Mai sind, die ein systematischer Fehler entstellt, wie sie denn auch tatsächlich eine einfache Korrektion um 1^m, das ist $\Delta\alpha\cos\delta = 18^s$, in vollkommene Übereinstimmung mit den übrigen bringen würde. Läßt man sie weg, so gibt der Rest: $\Delta\alpha\cos\delta = +0^s68$, während Cohn dafür $\Delta\alpha\cos\delta = -7^s51$ annimmt. Ich habe deshalb an die *AR* seines V. Normalortes angebracht:

$$\Delta\alpha = +8^s19 \sec\delta = +27^s75$$

bin also von folgenden Kometenpositionen ausgegangen:

1742	α	δ
I März 8·00	19^h 2^m 36^s88	$+31°$ $40'$ $3''2$
II 22·75	21 49 10·28	81 54 5·0
III 31·25	3 26 17·65	83 2 55·9
IV April 9·00	5 11 12·70	78 47 53·6
V 30·50	6 25 8·37	+72 50 8·9

Für die Zeiten der Normalorte habe ich den Sonnentafeln von Hansen und Olufsen die Sonnenkoordinaten entnommen, die Kometenpositionen (mit $\varepsilon = 23°\ 28'\ 22''2$) in Länge und Breite verwandelt und dadurch erhalten:

1742	λ	β	L	log R
I März 8·00	292° 56' 21''6	+53° 53' 56''8	347° 26' 24''2	9·997011
II 22·75	69 56 1·4	69 47 17·7	2 26 31·1	9·998892
III 31·25	81 8 12·5	60 46 44·2	10 50 22·0	9·999976
IV April 9·00	85 50 39·7	55 30 6·0	19 26 40·7	0·001015
V 30·75	92 50 48·9	+49 25 30·9	40 24 8·9	0·003571

Die weiteren Rechnungen sind nun ganz nach dem Schema im vorigen Abschnitte durchgeführt, und, um auch hier wieder Vergleichungspunkte mit den Resultaten von Cohn zu gewinnen, durch den I. und IV. Normalort zwei Ellipsen gelegt worden: eine mit log $M = 0·533200$, nämlich jenem M, das Cohn bei seiner durch dieselben Orte gelegten Parabel verwendet hat, und eine zweite mit einem um 1500 Ein-

heiten der sechsten Dezimale größeren. Das Ergebnis dieser Rechnungen ist in der folgenden Tabelle wiedergegeben:

$$\log M = 0\cdot533200 + 1500\,x$$

$$T = 1742 \text{ Februar } 7\cdot6850 + 0\cdot0394\,x$$

$$\omega = 327^\circ\ 5'\ 53''4 + 68''3\,x$$

$$\Omega = 185\ \ 24\ \ 17\cdot2 - 397\cdot3\,x$$

$$i = 112\ \ 43\ \ 53\cdot5 - 335\cdot0\,x$$

$$\log q = 9\cdot882120 + 0\cdot000382\,x$$

$$e = 0\cdot974590 - 0\cdot000022\,x.$$

1742	λ	β
II März 22·75	69° 53' 46"6 + 245"8 x	+69° 47' 18"6 − 142"3 x
III 31·25	81 6 37·8 + 48·3 x	60 46 45·2 − 64·0 x
V April 30·50	92 50 19·1 − 32·3 x	+49 24 1·9 + 85·5 x

Daraus ergibt sich:

1742	Δλ	Δλ cos β	Δβ
II März 22·75	+ 135"3 − 245"8 x	+ 46"8 − 84"9 x	− 0"9 + 142"3 x
III 31·25	+ 94·7 − 48·3 x	+ 46·2 − 23·6 x	− 1·0 + 64·0 x
V April 30·50	+ 29·8 + 32·3 x	+ 16·7 + 21·0 x	+ 89·0 − 85·5 x

Erteilt man allen Gleichungen dasselbe Gewicht, so liefern sie als wahrscheinlichsten Wert für x:

$$x = +0\cdot140.$$

Das dazugehörige Elementensystem nebst den mutmaßlich übrig bleibenden Fehlern lautet:

$$\log M = 0\cdot533410$$

$$T = 1742 \text{ Februar } 7\cdot6905 \text{ mittlerer Berliner Zeit}$$

$$\omega = 327^\circ\ 6'\ 3''0$$

$$\Omega = 185\ \ 23\ \ 21\cdot6$$

$$i = 112\ \ 43\ \ 6\cdot6$$

$$\log q = 9\cdot882173$$

$$e = 0\cdot974587$$

1742			Δλ	Δλ cos β	Δβ	(Δλ cos β)p	(Δβ)p
I	März	8·00	0	0	0	− 29″7	+ 30″
II		22·75	+ 100″9	+ 34″9	+ 19″8	+ 12·8	− 8
III		31·25	+ 87·9	+ 42·9	+ 8·0	+ 43·6	− 6
IV	April	9·00	0	+ 0	0	+ 10·2	− 10
V		30·50	+ 34·3	+ 19·6	+ 77·0	.	.

In den beiden letzten Kolumnen sind die Fehler beigeschrieben, welche eine aus denselben Normalorten (I und IV) berechnete, dann aber nach der Methode von Bauschinger ausgeglichene Parabel zurückläßt (Astronomische Nachrichten, Bd. 170, p. 262), wobei der V. Normalort in die Ausgleichung nicht mit einbezogen ist. Die Fehler sind in beiden Bahnen von derselben Ordnung, in meiner Ellipse immerhin aber geringer, so daß kein Zweifel obwaltet, daß auch sie bei einer Verteilung der Fehler unter alle Orte den Beobachtungen innerhalb der Grenzen ihrer Unsicherheit genügen würde.

Dieser Nachweis, verbunden mit dem Umstande, daß auch die Beobachtungen des Kometen 1907 II durch eine Ellipse von 165 Jahren wiedergegeben werden können, läßt eine nochmalige strenge Ausgleichung der Bahn des Kometen 1742 unter Berücksichtigung der Störungen der Erde, der er sich am 6. März bis auf 0·336 näherte, erwünscht erscheinen. Bei dieser Gelegenheit wäre nochmals nachzuforschen, ob die Originalbeobachtungen Maraldi's, namentlich die der letzten Zeit (April 28. bis Mai 6.) nicht vielleicht doch noch aufzufinden sind. Es würde sich meiner Ansicht nach auch empfehlen, aus dem ersten Normalorte, der Beobachtungen umfaßt, die sich auf einen geozentrischen Bogen von 45° verteilen, zwei zu bilden, vom 3. die Beobachtungen bis zum 27. März, an welchem Tage der Komet den äußersten Parallel erreichte, abzusondern, diese zum zweiten Normalorte zu schlagen und denselben dann in zwei neue zu zerfällen. Es würde sich dadurch der auszugleichende Bogen verlängern, die Normalorte würden sich viel gleichmäßiger über ihn verteilen und es würde auch die Zahl der in jedem einzelnen Orte vereinigten Beobachtungen nicht so ungleich ausfallen.

Das Resultat der vorstehenden Untersuchungen, die natürlich nur einen orientierenden Charakter beanspruchen, kann in Kürze dahin zusammengefaßt werden, daß sowohl die Beobachtungen des Kometen 1742 als auch, soweit sie bisher bekannt sind, die des Kometen 1907 II durch Ellipsen von relativ kurzer Umlaufszeit, insbesondere solcher von 165 Jahren dargestellt werden können. Ob aber die beiden Kometen in der Tat identisch sind oder die Ähnlichkeit der Bahnen bloß einen gemeinsamen Ursprung derselben bekundet, läßt sich ohne weitläufige und zeitraubende Untersuchungen nicht mit Sicherheit beantworten. Für dieselbe scheint aber ein Umstand zu sprechen, der die Möglichkeit nahelegt, daß die Bahn des Kometen in die jetzige Gestalt erst vor nicht allzu langer Zeit umgewandelt worden sei.

Im niedersteigenden Knoten, den der Komet von 1742 in der letztangeführten elliptischen Bahn 2 Jahre 44 Tage vor seinem Periheldurchgange passiert, nähert sich seine Bahn der Saturnsbahn sehr bedeutend und kann ihr durch geringfügige Modifikationen beliebig nahegebracht werden. An dieser Stelle (heliozentrische Länge 5°) stand Saturn am Anfange des Jahres 1585. Es läßt sich nun die Möglichkei nicht bestreiten, daß zu dieser Zeit auch ein Komet an diesem Orte eintraf und dessen Bahn durch die Störungen Saturns in eine Ellipse von 155 Jahren Umlaufszeit umgeändert wurde, in der er 1587 seine

Sonnennähe erreichte. Daß er bei dieser Perihelpassage nicht gesehen wurde, kann uns nicht allzusehr befremden; die folgenden fielen dann auf 1742 und 1907.

Gegen die Identifizierung der Kometen von 1742 und 1907 II scheint in entscheidender Weise der enorme Helligkeitsunterschied beider zu sprechen. Diesem Umstande messe ich aber keine allzu schwerwiegende Bedeutung bei. Schon die Umgestaltung der Bahn kann das Gefüge des Kometen wesentlich gelockert haben und diese Lockerung bereits während des ersten Umlaufes (1587 bis 1742), noch mehr aber während des jetzigen (1742 bis 1907) so rasch fortgeschritten sein, daß er sich bereits fast ganz in einen Meteorstrom aufgelöst hat. Dieser Komet würde dann ein Analogon zum Kometen Biela darbieten, der, nachdem er sich 1846 in zwei Teile geteilt, 1852 nochmals als Doppelkomet gesehen wurde, seitdem aber verschollen ist, indem statt seiner in 1872, 1885 und 1892 reiche Sternschnuppenfälle auftraten. Alles in allem genommen, glaube ich daher aus meinen Untersuchungen mit einem ziemlich hohen Grade von Wahrscheinlichkeit den Schluß ziehen zu dürfen, daß die Kometen 1742 und 1907 II identisch sind.

Übrigens können uns möglicherweise bereits die nächsten Wochen eine Bestätigung meiner Hypothese bringen. Der Komet 1907 II nähert sich nämlich, wie schon eingangs bemerkt wurde, im aufsteigenden Knoten der Erdbahn bis auf 0·0029 Erdbahnhalbachsen. Zieht er nun einen starken Meteorstrom nach sich, so kann man dem Auftreten eines reichen Sternschnuppenfalles mit einiger Zuversicht, Ende März dieses Jahres entgegensehen, der aber für uns leider nicht sichtbar sein wird, da sein Radiant wie ebenfalls schon erwähnt wurde, in $\alpha = 307^\circ 6$, $\delta = -60^\circ 7$ liegen wird.

EINE

METHODE DER EPHEMERIDENRECHNUNG

MITTELST

NUMERISCHER INTEGRATION

VON

DR. CARL HILLEBRAND,

PROFESSOR AN DER UNIVERSITÄT IN GRAZ.

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 6. FEBRUAR 1908.

Die Methode der numerischen Integration findet auf dem Gebiet der Astronomie ihre fruchtbarste Anwendung in der Behandlung des Dreikörperproblems und sie ist in dem Falle, als die Voraussetzungen, dasselbe als Störungsproblem zu behandeln, das heißt: die Keppler'sche Bewegung als erste Näherung ansehen zu können, nicht gegeben sind, der einzige Weg, der in einem konkreten Falle die Bestimmung der Bewegungen in dem betreffenden Maßensystem ermöglicht.

Für das Zweikörperproblem mit dem relativ einfachen funktionellen Zusammenhang der Koordinaten und der Zeit scheint von vornherein kein Anlaß vorzuliegen, diese Methode in Anspruch zu nehmen, und das um so weniger, als sie gerade bei der Ermittlung von Größen nullter Ordnung viel von ihrer Bequemlichkeit verliert. Nun kann man aber zeigen, daß sich bei der numerischen Integration der Gleichungen dieses Problems ein ähnliches »direktes« Verfahren angeben läßt, wie es Th. v. Oppolzer für die Encke'sche Methode der Ermittlung der speziellen Störungen in den rechtwinkligen Koordinaten getan hat. Dasselbe kommt bekanntlich darauf hinaus, daß man durch Verbindung der dynamischen Gleichung mit dem Ausdruck, den die numerische Integration für das Doppelintegral gibt, zugleich den Funktionswert und den Wert des Doppelintegrals für dasselbe Argument bestimmt und erst nötig hat, die zweiten Differenzen zu extrapolieren, was ja immer mit ausreichender Sicherheit geschehen kann, so daß die Bezeichnung »direktes Verfahren« praktisch völlig gerechtfertigt erscheint. Ist aber ein derartiges Verfahren beim Zweikörperproblem möglich, so ist dadurch ein Mittel gegeben, die Koordinaten auf eine sehr rasche und einfache Weise zu finden, das in dieser Hinsicht die gebräuchlichen Methoden unter Umständen wesentlich übertrifft.

Es scheint mir daher diese Anwendung für die Ephemeridenrechnung von praktischer Bedeutung zu sein, da damit gerade der umständlichere Teil derselben, wie die Auflösung der Keppler'schen Gleichung, zu Gunsten eines weit einfacheren Verfahrens entfällt, ein Umstand, der bei stark exzentrischen, aber noch nicht parabelnahen Bahnen besonders zum Ausdruck kommt.

Die hier notwendigen Formeln der numerischen Integration sind darin von den gebräuchlichen verschieden, daß die Ausgangswerte des einfachen und Doppelintegrals von Null verschieden sind. Es sollen daher zunächst die diesbezüglichen Formeln entwickelt werden.

I.

Die Bessel'sche Interpolationsformel lautet in der bekannten Gauß-Encke'schen Bezeichnungsweise

$$f\left[a+\left(i+\frac{1}{2}+m\right)\omega\right]=f\left[a+\left(i+\frac{1}{2}\right)\omega\right]+mf^{\mathrm{I}}\left[a+\left(i+\frac{1}{2}\right)\omega\right]+\frac{m^2-\frac{1}{2}^2}{1\cdot 2}f^{\mathrm{II}}\left[a+\left(i+\frac{1}{2}\right)\omega\right]+$$
$$+\frac{m\left(m^2-\frac{1}{2}^2\right)}{1.\,2.\,3}f^{\mathrm{III}}\left[a+\left(i+\frac{1}{2}\right)\omega\right]+\frac{\left[m^2-\frac{1}{2}^2\right)\left(m^2-\frac{3}{2}^2\right]}{1.\,2.\,3.\,4}f^{\mathrm{IV}}\left[a+\left(i+\frac{1}{2}\right)\omega\right]+$$
$$+\frac{m\left[m^2-\frac{1}{2}^2\right)\left(m^2-\frac{3}{2}^2\right]}{1.\,2.\,3.\,4.\,5}f^{\mathrm{V}}\left[a+\left(i+\frac{1}{2}\right)\omega\right]+\ldots\ldots$$

so daß, wenn das Argument $a+\left(i+\frac{1}{2}+m\right)\omega=l$ gesetzt wird,

$$\frac{1}{\omega}\int^{l}f(l)\,dl=mf\left[a+\left(i+\frac{1}{2}\right)\omega\right]+\frac{m^2}{2}f^{\mathrm{I}}\left[a+\left(i+\frac{1}{2}\right)\omega\right]+\frac{1}{2}\left(\frac{m^3}{3}-\frac{m}{4}\right)f^{\mathrm{II}}\left[a+\left(i+\frac{1}{2}\right)\omega\right]+$$
$$+\frac{1}{6}\left(\frac{m^4}{4}-\frac{m^2}{8}\right)f^{\mathrm{III}}\left[a+\left(i+\frac{1}{2}\right)\omega\right]+\frac{1}{24}\left(\frac{m^5}{5}-\frac{5}{6}m^3+\frac{9}{16}m\right)f^{\mathrm{IV}}\left[a+\left(i+\frac{1}{2}\right)\omega\right]+$$
$$+\frac{1}{120}\left(\frac{m^6}{6}-\frac{5}{8}m^4+\frac{9}{32}m^2\right)f^{\mathrm{V}}\left[a+\left(i+\frac{1}{2}\right)\omega\right]+\ldots.+E_{i+1/2}$$

wo $E_{i+1/2}$ der Wert des einfachen Integrals für $m=0$, das heißt für das Argument $a+\left(i+\frac{1}{2}\right)\omega$, ist.

Durch nochmalige Integration erhält man

$$\frac{1}{\omega^2}\iint^{l}f(l)\,dl^2=\frac{m^2}{2}f\left[a+\left(i+\frac{1}{2}\right)\omega\right]+\frac{m^3}{6}f^{\mathrm{I}}\left[a+\left(i+\frac{1}{2}\right)\omega\right]+$$
$$+\frac{1}{2}\left(\frac{m^4}{12}-\frac{m^2}{8}\right)f^{\mathrm{II}}\left[a+\left(i+\frac{1}{2}\right)\omega\right]+\frac{1}{6}\left(\frac{m^5}{20}-\frac{m^3}{24}\right)f^{\mathrm{III}}\left[a+\left(i+\frac{1}{2}\right)\omega\right]+$$
$$+\frac{1}{24}\left(\frac{m^6}{30}-\frac{5}{24}m^4+\frac{9}{32}m^2\right)f^{\mathrm{IV}}\left[a+\left(i+\frac{1}{2}\right)\omega\right]+$$
$$+\frac{1}{120}\left(\frac{m^7}{42}-\frac{m^5}{8}+\frac{3}{32}m^3\right)f^{\mathrm{V}}\left[a+\left(i+\frac{1}{2}\right)\omega\right]+\ldots.+\frac{m}{\omega}E_{i+1/2}+\frac{1}{\omega^2}J_{i+1/2}$$

wo $J_{i+1/2}$ wieder der Wert des iterierten Integrals für das Argument $a+\left(i+\frac{1}{2}\right)\omega$ ist. Für die Grenzen $m=-\frac{1}{2}$ bis $+\frac{1}{2}$ ist dann

$$\frac{1}{\omega^2}\iint_{a+i\omega}^{a+(i+1)\omega} f(l)\,dl^2 = c_1 f^{\mathrm{I}}\left[a+\left(i+\frac{1}{2}\right)\omega\right] + c_2 f^{\mathrm{III}}\left[a+\left(i+\frac{1}{2}\right)\omega\right] + c_3 f^{\mathrm{V}}\left[a+\left(i+\frac{1}{2}\right)\omega\right] + \ldots.$$

$$\ldots. + \frac{1}{\omega} E_{i+1/2}$$

wobei

$$c_1 = +\frac{1}{24},\quad c_2 = -\frac{7}{5760},\quad c_3 = +\frac{43}{322560}$$

u. s. w. ist.

Summiert man über sämtliche i von 0 bis $i-1$, so wird

$$\frac{1}{\omega^2}\iint_a^{a+i\omega} f(l)\,dl^2 = c_1\left[f(a+i\omega)-f(a)\right] + c_2\left[f^{\mathrm{II}}(a+i\omega)-f^{\mathrm{II}}(a)\right] + \ldots.$$

$$\ldots. + \frac{1}{\omega}\left[E_{1/2} + E_{3/2} + \ldots. + E_{i-1/2}\right].$$

Ist weiter E_0 der Wert des einfachen Integrals für $l=a$, so ist

$$E_{i+1/2} = E_0 + \int_a^{a+(i+1/2)\omega} f(l)\,dl$$

daher nach den bekannten Entwicklungen der numerischen Integration

$$\frac{1}{\omega}E_{i+1/2} = {}^{\mathrm{I}}f\left[a+\left(i+\frac{1}{2}\right)\omega\right] + p_1 f^{\mathrm{I}}\left[a+\left(i+\frac{1}{2}\right)\omega\right] + p_2 f^{\mathrm{III}}\left[a+\left(i+\frac{1}{2}\right)\omega\right] + \ldots.$$

$$+\frac{1}{\omega}E_0 - {}^{\mathrm{I}}f\left(a-\frac{\omega}{2}\right) - \frac{1}{2}f(a) - q_1 f^{\mathrm{I}}(a) - q_2 f^{\mathrm{III}}(a) - \ldots.$$

wo

$$p_1 = +\frac{1}{24},\quad p_2 = -\frac{17}{5760},\quad p_3 = +\frac{367}{967680}$$

u. s. w.,

$$q_1 = -\frac{1}{12},\quad q_2 = +\frac{11}{720},\quad q_3 = -\frac{191}{60480}$$

u. s. w. ist.

Bestimmt man das willkürliche Anfangsglied ${}^{\mathrm{I}}f\left(a-\frac{\omega}{2}\right)$ aus

$${}^{\mathrm{I}}f\left(a-\frac{\omega}{2}\right) = \frac{1}{\omega}E_0 - \frac{1}{2}f(a) - q_1 f^{\mathrm{I}}(a) - q_2 f^{\mathrm{III}}(a) - q_3 f^{\mathrm{V}}(a) - \ldots.$$

so reduziert sich der Ausdruck für $\frac{1}{\omega}E_{i+1/2}$ auf die erste Zeile und die Summe

$$\frac{1}{\omega}\left[E_{1/2} + E_{3/2} + \ldots. + E_{i-1/2}\right]$$

wird

$$= {}^{\mathrm{II}}f(a+i\omega) - {}^{\mathrm{II}}f(a) + p_1\left[f(a+i\omega)-f(a)\right] + p_2\left[f^{\mathrm{II}}(a+i\omega)-f^{\mathrm{II}}(a)\right] + \ldots..$$

Demnach ist

$$\frac{1}{\omega^2}\iint_a^{a+i\omega} f(l)\,dl^2 = {}^{\mathrm{II}}f(a+i\omega) - {}^{\mathrm{II}}f(a) + (p_1+c_1)\,[f(a+i\omega) - f(a)] +$$

$$+ (p_2+c_2)\,[f^{\mathrm{II}}(a+i\omega) - f^{\mathrm{II}}(a)] + \ldots\ldots$$

Bezeichnet man mit J_i und J_0 den Wert des Doppelintegrals für das Argument $a+i\omega$, beziehungsweise a, setzt weiter

$$p_1 + c_1 = Q_1 = +\frac{1}{12}$$

$$p_2 + c_2 = Q_2\ \mathrm{K} - \frac{1}{240}$$

$$p_3 + c_3 = Q_3 = +\frac{31}{60480}$$

$$\vdots$$

so wird

$$\frac{1}{\omega^2} J_i = {}^{\mathrm{II}}f(a+i\omega) + Q_1 f(a+i\omega) + Q_2 f^{\mathrm{II}}(a+i\omega) + \ldots$$

$$+ \frac{1}{\omega^2} J_0 - {}^{\mathrm{II}}f(a) - Q_1 f(a) - Q_2 f^{\mathrm{II}}(a) \ldots$$

ein Ausdruck, der sich wieder auf die erste Zeile reduziert, wenn der willkürliche Ausgangswert der zweiten Summenreihe

$${}^{\mathrm{II}}f(a) = \frac{1}{\omega^2} J_0 - Q_1 f(a) - Q_2 f^{\mathrm{II}}(a) - \ldots.$$

gesetzt wird.

Zur numerischen Bestimmung des Doppelintegrals hat man daher folgendes Rechnungsschema:

Sind E_0 und J_0 die Werte des einfachen, beziehungsweise iterierten Integrales für das Ausgangsargument a und bestimmt man die Anfangswerte der ersten und zweiten Summenreihe aus

$${}^{\mathrm{I}}f\left(a - \frac{\omega}{2}\right) = \frac{1}{\omega} E_0 - \frac{1}{2} f(a) + \frac{1}{12} f^{\mathrm{I}}(a) - \frac{11}{720} f^{\mathrm{III}}(a) + \frac{191}{60480} f^{\mathrm{V}}(a) - \ldots.$$

und

$${}^{\mathrm{II}}f(a) = \frac{1}{\omega^2} J_0 - \frac{1}{12} f(a) + \frac{1}{240} f^{\mathrm{II}}(a) - \frac{31}{60480} f^{\mathrm{IV}}(a) + \ldots\ldots,$$

so ist der Wert des Doppelintegrales J_i für das Argument $a+i\omega$ gegeben durch die Formel

$$\frac{1}{\omega^2} J_i = {}^{\mathrm{II}}f(a+i\omega) + \frac{1}{12} f(a+i\omega) - \frac{1}{240} f^{\mathrm{II}}(a+i\omega) + \frac{31}{60480} f^{\mathrm{IV}}(a+i\omega) - \ldots\ldots$$

II.

Die Methode der numerischen Integration kann zunächst auf eine Gleichung angewendet werden, die den Radiusvektor als Funktion der Zeit definiert.

Führt man in die Gleichungen des Zweikörperproblems

$$\frac{d^2 x}{dt^2} + k^2 \frac{x}{r^3} = 0, \qquad \frac{d^2 y}{dt^2} + k^2 \frac{y}{r^3} = 0$$

die Polarkoordinaten r und v ein, so wird daraus

$$\cos v \left[\frac{d^2 r}{dt^2} - r\left(\frac{dv}{dt}\right)^2\right] - \sin v \left[2\frac{dr}{dt}\cdot\frac{dv}{dt} + r\frac{d^2 v}{dt^2}\right] + \frac{k^2}{r^2}\cos v = 0$$

$$\sin v \left[\frac{d^2 r}{dt^2} - r\left(\frac{dv}{dt}\right)^2\right] + \cos v \left[2\frac{dr}{dt}\cdot\frac{dv}{dt} + r\frac{d^2 v}{dt^2}\right] + \frac{k^2}{r^2}\sin v = 0$$

woraus einerseits

$$\frac{d^2 r}{dt^2} - r\left(\frac{dv}{dt}\right)^2 + \frac{k^2}{r^2} = 0$$

andrerseits der Flächensatz folgt. Eliminiert man mit Hilfe des letzteren $\frac{dv}{dt}$, so erhält man

$$\frac{d^2 r}{dt^2} - \frac{k^2 p}{r^3} + \frac{k^2}{r^2} = 0$$

also eine Gleichung in r allein.

Denkt man sich nun für eine Reihe von äquidistanten Argumenten t die Werte der Funktion

$$f = \frac{d^2 r}{dt^2}$$

gegeben und die Differenzen- und Summenreihen in entsprechender Weise gebildet, so ergibt sich der Wert des Doppelintegrals r aus

$$r = \omega^2 \left[{}^{II}f + \frac{1}{12}\left(\frac{d^2 r}{dt^2}\right) - \frac{1}{240} f^{II} + \ldots\right]$$

wo mit ω wieder das konstante Argumentintervall bezeichnet sein soll.

Im Verein mit der obigen dynamischen Gleichung läßt sich daraus sowohl $\frac{d^2 r}{dt^2}$ als auch r bestimmen, wenn die Größen ${}^{II}f, f^{II}, \ldots$ bekannt sind. Angenommen, es sei $\frac{d^2 r}{dt^2}$ und r für das Argument $t_0 + (i-1)\omega$ bekannt, so folgt daraus der Wert ${}^{II}f\,(t_0 + i\omega)$ und damit auch die einzige Größe, die zur Auswertung von $\frac{d^2 r}{dt^2}$ und r für das nächste Argument $t_0 + i\omega$ notwendig ist. Bei dem relativ engen Intervall einer Ephemeridenrechnung werden die zweiten Differenzen von $\frac{d^2 r}{dt^2}$ mit Rücksicht auf den kleinen Koeffizienten wohl immer zu vernachlässigen oder in besonderen Fällen mit ausreichender Sicherheit zu extrapolieren sein.

Die Elimination von $\frac{d^2 r}{dt^2}$ aus den beiden Gleichungen ergibt unter diesen Umständen

$$r = \omega^2 \, {}^{II}f + \frac{\omega^2 k^2}{12} \cdot \frac{p-r}{r^3}$$

zur Bestimmung des Radiusvektors. Die Auflösung kann im allgemeinen auf sehr einfache Weise bewerkstelligt werden $\frac{\omega^2 k^2}{12} \cdot \frac{p-r}{r^3}$ bedeutet ja für gewöhnlich einen sehr kleinen Betrag. Für Planeten ist das unmittelbar ersichtlich, gilt aber auch für Kometenbahnen, wenn die Periheldistanz q nicht ausnahmsweise klein ist. $\frac{p-r}{r^3}$ hat im Perihel den Wert $\frac{\varepsilon\,(1+\varepsilon)^2}{p^2}$, nimmt zunächst ab, geht für $r = p$ durch Null und erreicht bei $r = \frac{3}{2} p$ den größten negativen Wert, dessen absoluter Betrag $\frac{4}{27} \cdot \frac{1}{p^2}$ ist. Letzterer ist aber nur für $\varepsilon < 0 \cdot 11843\ldots$ größer als im Perihel, so daß für Kometen $\frac{\varepsilon\,(1+\varepsilon)^2}{p^2}$ der größtmögliche Betrag bei gegebener Bahn und $\frac{1}{q^2}$ der größte Betrag überhaupt ist, den $\frac{p-r}{r^3}$ bei einer vorgelegten Periheldistanz q annehmen kann. Nun ist $\frac{\omega^2}{12} \cdot \frac{k^2}{q^2}$ eine Größe, die bei mäßigen Intervallen und nicht extrem kleinen Periheldistanzen stets klein sein wird. Für $q = 0 \cdot 1$, eine Sonnennähe, die nur bei etwa $\frac{1}{30}$ der bisher bestimmten Kometenbahnen beobachtet wurde, ist bei viertägigem Intervall $\frac{\omega^2}{12} \cdot \frac{k^2}{q^2} = 0 \cdot 04$. Setzt man demnach in $\frac{\omega^2 k^2}{12} \cdot \frac{p-r}{r^3}$ für r als erste Näherung $\omega^2 \, {}^{II}f$, so wird

$$r = \omega^2 \, {}^{II}f + \frac{k^2}{12} \cdot \frac{p - \omega^2 \, {}^{II}f}{\omega^4 \, {}^{II}f^3}$$

unter gewöhnlichen Umständen von ausreichender Genauigkeit sein und sich nur selten die Notwendigkeit ergeben, diesen Wert neuerdings in $\frac{\omega^2 k^2}{12} \cdot \frac{p-r}{r^3}$ einzuführen. Es tritt hier noch der günstige Umstand dazu, daß diese Annäherung um so besser ist, je kleiner die Exzentrizität ist. Für parabolische oder parabelnahe Bahnen hat man aber genügend rasche Methoden der Koordinatenbestimmung, als daß ein Anlaß vorliegen würde, andere rechnerische Grundlagen aufzusuchen; es wird also eine der Einheit nahe Exzentrizität hier ohnehin nicht in Betracht kommen. Die vorliegende Methode wird überhaupt in jenen Fällen ihre besondere praktische Verwertung finden, in denen weder die Auflösung der Keppler'schen Gleichung noch der Anschluß an die Parabel ein bequemes Rechnungsverfahren bedeutet.

Man bestimmt weiter

$$\frac{d^2 r}{d t^2} = k^2 \cdot \frac{p-r}{r^3}$$

oder mit genügender Annäherung

$$\frac{d^2 r}{d t^2} = k^2 \frac{p - \omega^2 \, {}^{II}f}{\omega^6 \, {}^{II}f^3}$$

also den Wert der Funktion f für das Argument $t_0 + i\,\omega$, woraus ${}^{II}f\,[a + (i+1)\,\omega]$ erhalten wird und damit r für das folgende Argument $a + (i+1)\,\omega$.

Man kann übrigens von vornherein die Annäherung um einen Grad weiter treiben. Da das entsprechende Verfahren eine kaum nennenswerte Mehrarbeit bedeutet, ja sogar unter allen Umständen eine zweite Durchrechnung überflüssig macht, außerdem aber den Grad der Annäherung und damit das

numerische Ausreichen dieser Methode direkt beurteilen läßt, so wird es sich empfehlen, diese weitere Annäherung gleich von Anfang an einzuführen.

Es ist in

$$\frac{d^2r}{dt^2} = k^2\frac{p-r}{r^3}$$

für r zunächst $\omega^2\,{}^{II}f$ substituiert worden. Setzt man dafür den verbesserten Wert

$$r = \omega^2\,{}^{II}f + \frac{k^2}{12}\omega^2 \cdot \frac{p-\omega^2\,{}^{II}f}{\omega^6\,{}^{II}f^3},$$

so wird wegen der Kleinheit dieser Korrektion

$$\frac{d^2r}{dt^2} = k^2\frac{p-\omega^2\,{}^{II}f}{\omega^6\,{}^{II}f^3} + \frac{d}{dr}\left(\frac{d^2r}{dt^2}\right)\frac{k^2}{12}\omega^2 \cdot \frac{p-\omega^2\,{}^{II}f}{\omega^6\,{}^{II}f^3}$$

sein oder, wenn

$$k^2 \cdot \frac{p-\omega^2\,{}^{II}f}{\omega^6\,{}^{II}f^3} = F$$

und

$$\frac{d}{dr}\left(\frac{d^2r}{dt^2}\right) = \nu$$

gesetzt wird und M der Modul der Brigg'schen Logarithmen ist,

$$\log\left(\frac{d^2r}{dt^2}\right) = \log F + \frac{\omega^2}{12}M\nu,$$

daher

$$\log\left(\frac{d^2r}{dt^2}\right) = \log F + 0\cdot 0362\,\omega^2\nu.$$

Was die Größe ν anbelangt, so genügt für diese eine ganz rohe Annäherung, die man immer sofort herstellen kann.

Es ist

$$\nu = \frac{d}{dr}\left(\frac{d^2r}{dt^2}\right) = \frac{\frac{d^2r}{dt^3}}{\frac{dr}{dt}} = \frac{k^2}{r^3}\left(2-\frac{3p}{r}\right).$$

In der Umgebung des Perihels, die man mit besonderem Vorteil als Ausgangsstelle der Ephemeridenrechnung nach dieser Methode wählen wird, ist

$$\nu = -\frac{k^2}{q^3}(3\varepsilon + 1).$$

Ist die Rechnung aber bereits im Gange, so ist für die Ermittlung von ν mit genügender Annäherung

$$\frac{d^3r}{dt^3} = \frac{df}{dt} = \frac{1}{\omega}f^{I} \text{ und } \frac{dr}{dt} = \int f\,dt = \omega\,{}^{I}f,$$

demnach

$$\nu = \frac{1}{\omega^2} \cdot \frac{f^{I}}{{}^{I}f} \text{ und } \log\left(\frac{d^2r}{dt^2}\right) = \log F + 0\cdot 0362 \cdot \frac{f^{I}}{{}^{I}f}.$$

Mit diesem so verbesserten $\frac{d^2r}{dt^2}$ wird man schließlich

$$r = \omega^{2\,\mathrm{II}}f + \frac{\omega^2}{12} \cdot \frac{d^2r}{dt^2}$$

rechnen und damit einen Wert erhalten, der auch für eine strenge Ephemeridenrechnung völlig ausreicht, wenn nicht ganz außergewöhnliche Sonnennähen stattfinden.

Es erübrigt nun noch, die zur Bildung der beiden Summenreihen notwendigen Ausgangswerte r_0, $\left(\frac{dr}{dt}\right)_0$ und $\left(\frac{d^2r}{dt^2}\right)_0$ zu bestimmen. Bezieht sich die Ephemeride auf ein Bahnstück, das das Perihel nicht enthält, auch nicht in der Nähe desselben gelegen ist, so hat man für die gewählte Ausgangsstelle r_0, beziehungsweise v_0 zu ermitteln und erhält dann

$$\left(\frac{dr}{dt}\right)_0 = \frac{\varepsilon k}{\sqrt{p}} \sin v_0 = k \sqrt{\frac{2}{r_0} - \frac{1}{a} - \frac{p}{r_0^2}}$$

$$\left(\frac{d^2r}{dt^2}\right)_0 = k^2 \frac{p - r_0}{r_0^3}.$$

Da dieser Fall wohl nur bei Oppositionsephemeriden von Planeten eintreten wird, bei denen wegen der Kleinheit der Exzentrizität die gewöhnliche Methode keine Unbequemlichkeit in sich schließt, so wird man sich die Ausgangswerte nach dieser leicht verschaffen können, wenn man das hier gegebene Verfahren auch bei kleinen Exzentrizitäten anwenden will, wo es allerdings kaum einen wesentlichen Vorteil gewährt. Enthält aber der Bogen, auf den sich die Ephemeride bezieht, das Perihel, was bei Kometen wohl stets der Fall ist, so können diese Ausgangswerte in sehr einfacher Weise direkt aus den Elementen gewonnen werden.

Im Perihel selbst ist

$$r_P = q, \quad \left(\frac{dr}{dt}\right)_P = 0, \quad \left(\frac{d^2r}{dt^2}\right)_P = \frac{\varepsilon k^2}{q^2}, \quad \left(\frac{d^3r}{dt^3}\right)_P = 0, \quad \left(\frac{d^4r}{dt^4}\right)_P = -\frac{\varepsilon(3\varepsilon+1)k^4}{q^5}$$

Wählt man nun als Ausgangsepoche etwa die dem Periheldurchgang benachbarte mittlere Mitternacht des Meridians, auf den sich die Ephemeride bezieht, und ist Δt der Abstand dieser Epoche vom Perihel in mittlerer Zeit, so ist mit genügender Annäherung

$$r_0 = q + \frac{1}{2}\left(\frac{d^2r}{dt^2}\right)_P \Delta t^2 = q + \frac{k^2}{2} \cdot \frac{\varepsilon}{q^2} \Delta t^2$$

$$\left(\frac{dr}{dt}\right)_0 = \left(\frac{dr}{dt}\right)_P + \left(\frac{d^2r}{dt^2}\right)_P \Delta t + \frac{1}{2}\left(\frac{d^3r}{dt^3}\right)_P \Delta t^2 + . = k^2 . \frac{\varepsilon}{q^2} \Delta t - \frac{1}{6}\frac{\varepsilon k^4}{q^5}(3\varepsilon+1)\Delta t^3 + \ldots$$

$$\left(\frac{d^2r}{dt^2}\right)_0 = \left(\frac{d^2r}{dt^2}\right)_P + \left(\frac{d^3r}{dt^3}\right)_P \Delta t + \frac{1}{2}\left(\frac{d^4r}{dt^4}\right)_P \Delta t^2 = k^2 \frac{\varepsilon}{q^2} - \frac{k^4}{2} \cdot \frac{\varepsilon(3\varepsilon+1)}{q^5} \Delta t^2.$$

Das letzte Glied kann übrigens auch nur bei kleineren Periheldistanzen merklich werden.

Mit diesem Wert bestimmt man

$$^{\mathrm{I}}f\left(a - \frac{\omega}{2}\right) = \frac{1}{\omega}\left(\frac{dr}{dt}\right)_0 - \frac{1}{2}\left(\frac{d^2r}{dt^2}\right)_0$$

und

$$^{\mathrm{II}}f(a) = \frac{1}{\omega^2} r_0 - \frac{1}{12}\left(\frac{d^2r}{dt^2}\right)_0.$$

Das in ${}^{\mathrm{I}}f\left(a-\frac{\omega}{2}\right)$ sonst noch berücksichtigte Glied $+\frac{1}{12}f^{\mathrm{I}}(a)$ kann für diese Ausgangsepoche wegen $\left(\frac{d^3r}{dt^3}\right)_P=0$ nur ein sehr kleiner Betrag sein, der kaum Anlaß geben wird, eine Neubestimmung von ${}^{\mathrm{I}}f\left(a-\frac{\omega}{2}\right)$ vorzunehmen.

III.

Der Gang der Rechnung stellt sich also folgendermaßen:

Man bestimmt zunächst den Abstand Δt der nächsten Epoche vom Perihel und die Größen

$$c=\frac{k^2\varepsilon}{q^2},\quad \nu=\frac{k^2}{q^3}(1+3\,\varepsilon),$$

woraus

$$r_0=q+\frac{c}{2}\Delta\,t^2,\qquad \left(\frac{dr}{dt}\right)_0=c\,\Delta\,t+\frac{1}{6}c\,\nu\,\Delta\,t^3,\qquad \left(\frac{d^2r}{dt^2}\right)_0=c\left(1-\frac{\nu}{2}\Delta\,t^2\right)$$

und weiter die Ausgangswerte

$${}^{\mathrm{I}}f\left(a-\frac{\omega}{2}\right)=\frac{1}{\omega}\left(\frac{dr}{dt}\right)_0-\frac{1}{2}\left(\frac{d^2r}{dt^2}\right)_0$$

$${}^{\mathrm{II}}f(a)=\frac{1}{\omega^2}\cdot r_0-\frac{1}{12}\left(\frac{d^2r}{dt^2}\right)_0$$

folgen. Aus den beiden letzteren erhält man unmittelbar ${}^{\mathrm{II}}f(a+\omega)$, womit nun das angegebene Verfahren begonnen wird nach dem Formelsystem

$$F=k^2.\frac{p-\omega^{2\,\mathrm{II}}f}{\omega^{6\,\mathrm{II}}f^3}$$

$$\log\left(\frac{d^2r}{dt^2}\right)=\log f(a+\omega)=\log F+0\cdot 0362\,\omega^2\,\nu$$

$$r=\omega^2\,{}^{\mathrm{II}}f+\frac{\omega^2}{12}\cdot\frac{d^2r}{dt^2},$$

woraus wieder ${}^{\mathrm{II}}f(a+2\,\omega)$ und damit r für dieses nächste Argument erhalten wird, wobei nur zu bemerken ist, daß hier und bei den weiteren Fortsetzungen die Größe ν bestimmt wird aus

$$\nu=\frac{f^{\mathrm{I}}}{\omega^{2\,\mathrm{I}}f}.$$

Es soll noch hervorgehoben werden, daß zur Bestimmung von F unter allen Umständen eine fünfstellige Rechnung genügt.

Dieses — wie man sieht, sehr einfache — Verfahren der sukzessiven heliozentrischen Distanzen wird besonders im Falle großer Exzentrizitäten eine wesentliche Abkürzung der Rechnung bedeuten.

Es soll dasselbe nun an einem Beispiel gezeigt werden. Ich wähle dafür die Erscheinung 1892 des periodischen Kometen Winnecke, dessen Exzentrizität von über 0·7 die Auflösung der Keppler'schen Gleichung schon recht unbequem werden läßt, andrerseits aber selbst in der Nähe des Perihels noch keinen Anschluß an parabolische Verhältnisse gestattet.

Dem Teil der Ephemeride, der sich auf die Umgebung des Perihels bezieht, hat der damalige Berechner v. Haerdtl folgendes Elementensystem zu Grunde gelegt:

Epoche und Oskulation: 1892 Juli 4·0 m. Z. Berlin

$$M = 0°\ 31'\ 14''73$$

$$\left.\begin{aligned} \pi &= 276°\ 11'\ 4''49 \\ \Omega &= 104°\ 4'\ 37''05 \\ i &= 14°\ 31'\ 33''64 \end{aligned}\right\}\ \text{m. Äqu. } 1890\cdot 0$$

$$\varphi = 46°\ 33'\ 4''81$$

$$\mu = 609''672\ 1260$$

woraus folgt:

$$\log a = 0\cdot 509\ 9402$$

$$\log p = 0\cdot 184\ 7438$$

$$q = 0\cdot 886\ 5542$$

Perihelzeit $T =$ Juli 0·925007 m. Z. Berlin.

Für die beiden Hilfsgrößen c und ν_0 findet man

$$\log c = 6\cdot 43\ 6683, \quad \log \nu_0 = 7\cdot 13\ 0197$$

Soll die Ephemeride mit Juli 0·5 m. Z. Berlin beginnen, so ist $\Delta t = -0\cdot 425007$ und man erhält für diese Epoche

$$r_0 = 0\cdot 886\ 5789$$

$$\left(\frac{dr}{dt}\right)_0 = -0\cdot 000\ 1161\ 65$$

$$\left(\frac{d^2r}{dt^2}\right)_0 = +0\cdot 000\ 2732\ 94$$

Daraus ergeben sich die Anfangswerte der beiden Summenreihen

$${}^{\mathrm{I}}f\left(a - \frac{\omega}{2}\right) = -0\cdot 000\ 1947\ 0$$

$${}^{\mathrm{II}}f(a) = +0\cdot 221\ 6219\ 0$$

wobei für die Ephemeride ein zweitägiges Intervall angenommen wurde; daher auch

$$0\cdot 0362\ \omega^2\ \nu = 0\cdot 145\ \nu.$$

Mit diesen Werten kann nun die Rechnung begonnen werden, die sich für den Verlauf des Monates Juli nach dem angegebenen Schema so stellt, wie die beiden folgenden Tafeln zeigen. Es soll dazu nur nur noch bemerkt werden, daß dabei eine überflüssige Genauigkeit angewendet wurde; es würde eine Summierung auf sieben Stellen und eine vierstellige logarithmische Rechnung völlig ausreichen, um r auf sechs Stellen sicher zu erhalten.

Ich möchte schließlich noch hervorheben, daß die einzelnen Posten dieses Rechenschemas durch die einfachsten Operationen gewonnen werden, also immer unmittelbar hinzuschreiben sind, so daß die Raschheit der Ausführung desselben nichts zu wünschen übrig läßt.

♉ Winnecke 1892	2·5	4·5	6·5	8·5
	Juli			
ν	−0·00135	−0·00137	−0·00132	−0·00131
^{II}f	0·221 7005 3	0·222 0519 8	0·222 6744 1	0·223 5645 1
$\sigma = \omega^2\, {}^{II}f$	0·886 8021	0·888 2079	0·890 6976	0·894 2580
$\frac{1}{3}\frac{d^2r}{dt^2}$	+ 909	+ 903	+ 892	+ 877
$\log \sigma$	9·94783	9·94851	9·94973	9·95146
$p-\sigma$	0·64337	0·64196	0·63947	0·63591
$\log (p-\sigma)$	9·80846	9·80751	9·80582	9·80340
$\log k^2 (p-\sigma)$	6·27962	6·27867	6·27698	6·27456
$\log \sigma^3$	9·84349	9·84553	9·84919	9·85438
$\log F$	6·43613	6·43314	6·42779	6·42018
$0·145\nu$	− 20	− 20	− 19	− 19
$\frac{d^2r}{dt^2}$	0·000 2728 6	0·000 2709 8	0·000 2676 7	0·000 2630 2
r	0·886 893	0·888 298	0·890 787	0·894 346

♉ Winnecke	10·5	12·5	14·5	16·5
	Juli			
ν	−0·00130	−0·00127	−0·00123	−0·00118
^{II}f	0·224 7176 3	0·226 1278 6	0·227 7881 8	0·229 6905 5
$\sigma = \omega^2\, {}^{II}f$	0·898 8705	0·904 5114	0·911 1527	0·918 7622
$\frac{1}{3}\frac{d^2r}{dt^2}$	+ 857	+ 833	+ 807	+ 777
$\log \sigma$	9·95370	9·95641	9·95959	9·96320
$p-\sigma$	0·63130	0·62566	0·61902	0·61141
$\log (p-\sigma)$	9·80024	9·79634	9·79170	9·78634
$\log k^2 (p-\sigma)$	6·27140	6·26750	6·26286	6·25750
$\log \sigma^3$	9·86110	9·86923	9·87877	9·88960
$\log F$	6·41030	6·39827	6·38409	6·36790
$0·145\nu$	− 19	− 18	− 18	− 17
$\frac{d^2r}{dt^2}$	0·000 2571 1	0·000 2500 9	0·000 2420 5	0·000 2332 0
r	0·898 956	0·904 595	0·911 233	0·918 840

☌ Winnecke 1892	18·5	20·5	22·5	24·5
	Juli			
ν	−0·00112	−0·00108	−0·00102	−0·00097
^{II}f	0·231 8261 2	0·234 1853 4	0·236 7581 1	0·239 5339 6
$\sigma = \omega^2\, {}^{II}f$	0·927 3045	0·936 7414	0·947 0324	0·958 1358
$\frac{1}{3}\frac{d^2r}{dt^2}$	+ 745	+ 712	+ 677	+ 641
$\log \sigma$	9·96722	9·97162	9·97637	9·98143
$p-\sigma$	0·60287	0·59343	0·58314	0·57204
$\log(p-\sigma)$	9·78023	9·77337	9·76577	9·75743
$\log k^2(p-\sigma)$	6·25139	6·24453	6·63693	6·22859
$\log \sigma^3$	9·90166	9·91486	9·92911	9·94429
$\log F$	6·34973	6·32967	6·30782	6·28430
$0·145\,\nu$	− 16	− 16	− 15	− 14
$\frac{d^2r}{dt^2}$	0·000 2236 5	0·000 2135 5	0·000 2030 8	0·000 1923 8
r	0·927 379	0·936 813	0·947 100	0·958 200

☌ Winnecke	26·5	28·5	30·5	1·5
	Juli			August
ν	−0·00090	−0·00086	−0·00081	−0·00076
^{II}f	0·242 5021 9	0·245 6519 7	0·248 9724 9	0·252 4530 3
$\sigma = \omega^2\, {}^{II}f$	0·970 0088	0·982 6079	0·995 8900	1·009 8121
$\frac{1}{3}\frac{d^2r}{dt^2}$	+ 605	+ 569	+ 533	+ 498
$\log \sigma$	9·98678	9·99238	9·99821	0·00424
$p-\sigma$	0·56016	0·54756	0·53428	0·52036
$\log(p-\sigma)$	9·74831	9·73843	9·72777	9·71630
$\log k^2(p-\sigma)$	6·21947	6·20959	6·19893	6·18746
$\log \sigma^3$	9·96034	9·97714	9·99463	0·01272
$\log F$	6·25913	6·23245	6·20430	6·17474
$0·145\,\nu$	− 13	− 12	− 12	− 11
$\frac{d^2r}{dt^2}$	0·000 1815 5	0·000 1707 4	0·000 1600 2	0·000 1495 0
r	0·970 069	0·982 665	0·995 943	0·009 862

	f^{II}	f^{I}	Juli	$f = \frac{d^2 r}{d t^2}$	^{I}f	^{II}f
					— 0·000 1947 0	
			0·5	0·000 2732 9		0·221 6219 4
		— 43			+ 0·000 0785 9	
	— 145		2·5	2728 6		0·221 7005 3
		188			0 3514 5	
	143		4·5	2709 8		0·222 0519 8
		331			0 6224 3	
	134		6·5	2676 7		0·222 6744 1
		465			0 8901 0	
	126		8·5	2630 2		0·223 5645 1
		591			1 1531 2	
	111		10·5	2571 1		0·224 7176 3
		702			1 4102 3	
	102		12·5	2500 9		0·226 1278 6
		804			1 6603 2	
☄ Winnecke 1892	81		14·5	2420 5		0·227 7881 8
		885			1 9023 7	
	70		16·5	2332 0		0·229 6905 5
		955			2 1355 7	
	55		18·5	2236 5		0·231 8261 2
		1010			2 3592 2	
	37		20·5	2135 5		0·234 1853 4
		1047			2 5727 7	
	23		22·5	2030 8		0·236 7581 1
		1070			2 7758 5	
	— 13		24·5	1923 8		0·239 5339 6
		1083			2 9682 3	
	+ 2		26·5	1815 5		0·242 5021 9
		1081			3 1497 8	
	9		28·5	1707 4		0·245 6519 7
		1072			3 3205 2	
	+ 20		30·5	1600 2		0·248 9724 9
		— 1052			+ 0·003 4805 4	
			32·5	0·000 1495 0		0·252 4530 3

Um nun ein Urteil über die Brauchbarkeit dieser Methode bilden zu können, seien hier die Logarithmen der so gefundenen Radienvektoren sechstellig angegeben und nebenan die letzten zwei Stellen von log *r*, wie sie eine sechstellige Rechnung nach der gewöhnlichen Methode ergibt.

1892	log *r*	
Juli 0·5	9·947717	16
2·5	947871	69
4·5	948559	59
6·5	949774	75
8·5	951506	05

1892	log *r*	
Juli 10·5	9·953739	38
12·5	956454	56
14·5	959630	32
16·5	963240	41
18·5	967257	57
20·5	971654	55
22·5	976396	98
24·5	981456	56
26·5	986803	02
28·5	992406	06
30·5	9·998235	36
32·5	0·004262	62

Die Übereinstimmung ist eine vollkommene, da die Abweichung der Größe und dem Sinne nach durchaus den Charakter der zufälligen Unsicherheiten einer sechstelligen Rechnung tragen.

IV.

Aus r läßt sich nun die wahre Anomalie bestimmen; allerdings nicht direkt aus der Kegelschnittsgleichung, da die Bestimmung von v aus r bei kleinen Exzentrizitäten überhaupt, bei größeren aber in der Umgebung des Perihels sehr unsicher wird. Es läßt sich aber aus dem Flächensatz

$$\frac{dv}{dt} = \frac{k\sqrt{p}}{r^2}$$

und daraus v selbst mittels numerischer Integration mit völliger Schärfe bestimmen.

Setzt man $\frac{k\sqrt{p}}{r^2} = f$, so ist

$$\frac{1}{\omega}\int_{a+i\omega}^{a+(i+1)\omega} f\,dt = f\left[a+\left(i+\frac{1}{2}\right)\omega\right] - \frac{1}{12} f^{\mathrm{II}}\left[a+\left(i+\frac{1}{2}\right)\omega\right]$$

Da die beiden ersten Glieder hier vollkommen ausreichend sind, so erhält man als Differenz von zwei aufeinander folgenden wahren Anomalien

$$\Delta v_i = \omega f\left[a+\left(i+\frac{1}{2}\right)\omega\right] - \frac{\omega}{12} f^{\mathrm{II}}\left[a+\left(i+\frac{1}{2}\right)\omega\right]$$

Was den Ausgangswert v_0 anbelangt, so findet man aus

$$\frac{1}{\omega}\int f\,dt = n f(a) + \frac{n^2}{2} f^{\mathrm{I}}(a) + \frac{n^3}{6} f^{\mathrm{II}}(a) + \ldots + \text{Konst.},$$

wenn das Intervall zwischen der Ausgangsepoche und dem Perihel wieder mit Δt bezeichnet wird, so daß $n = \frac{\Delta t}{\omega}$ und Konst. $= 0$ ist:

$$\frac{1}{\omega}\int f\,dt = \frac{\Delta t}{\omega} f(a) + \frac{1}{2}\cdot\frac{\Delta t^2}{\omega^2} f^{\mathrm{I}}(a) + \frac{1}{6}\cdot\frac{\Delta t^3}{\omega^3} f^{\mathrm{II}}(a) + \ldots$$

demnach

$$v_0 = \Delta t f(a) + \frac{1}{2\,\omega} \Delta t^2 f^{\mathrm{I}}(a) + \frac{1}{6\,\omega^2} \Delta t^3 f^{\mathrm{II}}(a) + \dots$$

Durch sukzessive Addition der obigen Größen Δv ergeben sich dann die wahren Anomalien für die folgenden Ephemeridenargumente.

Nimmt man das obige Beispiel, die Erscheinung 1892 des periodischen Kometen Winnecke, wieder auf, so erhält man aus den gefundenen Radienvektoren zunächst folgende Werte für $\frac{dv}{dt}$, die gleich in Bogenmaß ausgedrückt sind:

1892 Juli	$\frac{dv}{dt}$	f^{I}	f^{II}	f^{III}	$\frac{dv}{dt}$
		−	−	+	
0·5	5584″03				1° 33′ 4″03
		3″99			
2·5	5580·04		13″66		1 33 0·04
		17·65		0″27	
4·5	5562·39		13·39		1 32 42·39
		31·04		0·48	
6·5	5531·35		12·91		1 32 11·35
		43·95		0·72	
8·5	5487·40		12·19		1 31 27·40
		56·14		0·85	
10·5	5431·26		11·34		1 30 31·26
		67·48		0·94	
12·5	5363·78		10·40		1 29 23·78
		77·88		1·12	
14·5	5285·90		9·28		1 28 5·90
		87·16		1·16	
16·5	5198·74		8·12		1 26 38·74
		95·28		1·10	
18·5	5103·46		7·02		1 25 3·46
		102·30		1·29	
20·5	5001·16		5·73		1 23 21·16
		108·03		1·26	
22·5	4893·13		4·67		1 21 33·13
		112·70		1·10	
24·5	4780·43		3·57		1 19 40·43
		116·27		1·02	
26·5	4664·16		2·55		1 17 44·16
		118·82		0·99	
28·5	4545·34		1·56		1 15 45·34
		120·38			
30·5	4424·96				1 13 44·96

Für den Ausgangswert v_0 erhält man, da $\Delta t = -0{\cdot}425007$,

$$\Delta t f(a) = -39'\,33''25$$

$$\frac{1}{2\omega}\Delta t^2 f^{I}(a) = - \quad 0''13$$

$$\frac{1}{6\omega^2}\Delta t^3 f^{II}(a) = - \quad 0''04$$

demnach $v_0 = -0°\,39'\,33''42$

Die sukzessiven Differenzen Δv und die daraus sich ergebenden v sind in nachstehender Tafel gemäß dem obigen Rechenschema zusammengestellt.

1892 Juli	ωf $-\frac{1}{12}\omega f^{II}$	v Δv	v''
0·5	+ 3° 6' 4"07	— 0° 39' 33"42	33"4
	+ 2·28	+ 3 6 6·35	
2·5	3 5 42·43	2 26 32·93	32·4
	+ 2·25	+ 3 5 44·68	
4·5	3 4 53·94	5 32 17·61	17·4
	+ 2·19	+ 3 4 56·13	
6·5	3 3 38·75	8 37 13·74	13·2
	+ 2·09	+ 3 3 40·84	
8·5	3 1 58·66	11 40 54·58	54·2
	+ 1·96	+ 3 2 0·62	
10·5	2 59 55·04	14 42 55·20	54·6
	+ 1·81	+ 2 59 56·85	
12·5	2 57 29·68	17 42 52·05	51·4
	+ 1·64	+ 2 57 31·32	
14·5	2 54 44·64	20 40 23·37	22·1
	+ 1·45	+ 2 54 46·09	
16·5	2 51 42·20	23 35 9·46	8·1
	+ 1·26	+ 2 51 43·46	
18·5	2 48 24·62	26 26 52·92	51·8
	+ 1·06	+ 2 48 25·68	
20·5	2 44 54·29	29 15 18·60	17·2
	+ 0·87	+ 2 44 55·16	
22·5	2 41 13·56	32 0 13·76	12·6
	+ 0·69	+ 2 41 14·25	
24·5	2 37 24·59	34 41 28·01	27·6
	+ 0·51	+ 2 37 25·10	
26·5	2 33 29·50	37 18 53·11	52·9
	+ 0·34	+ 2 33 29·84	
28·5	2 29 30·30	39 52 22·95	22·1
	+ 0·18	+ 2 29 30·48	
30·5		42 21 53·43	52·1

In der letzten Kolumne sind die Sekunden von v angegeben, welche bei einer sechsstelligen Rechnung nach der gewöhnlichen Methode mittelst der exzentrischen Anomalie erhalten wurden.

Es zeigen sich hier nicht unbeträchtliche Abweichungen in den nach beiden Methoden resultierenden Werten für die wahre Anomalie. Dieselben rühren aber zum größten Teil von der Unsicherheit der sechsstelligen Rechnung nach der gewöhnlichen Methode her. DieErmittlung der wahren Anomalie aus der mittleren bedingt bei großen Exzentrizitäten eine gewisse Unsicherheit, die schon darin ihren Ausdruck findet, daß man aus kleinen Werten M relativ große Beträge v zu ermitteln hat.

Aus

$$r^2\, dv = k \sqrt{p}\, dt$$

folgt in der Tat

$$dv = \frac{a^2}{r^2} \sqrt{1-\varepsilon^2}\, dM = \frac{(1+\varepsilon\cos v)^2}{(1-\varepsilon^2)^{3/2}}\, dM\,.$$

Für den vorliegenden Wert der Exzentrizität ist der Faktor von dM im Perihel ungefähr 9·2 und wird erst bei $v = 110°$ der Einheit gleich. In der Umgebung des Perihels können daher Abrundungsfehler in M sehr merklich in v eingehen.

Die hier vorgeschlagene Methode der numerischen Integration, die nicht aus dem Fortschreiten von M, sondern direkt aus $\frac{dv}{dt}$ das Fortschreiten der wahren Anomalie bestimmt, ist naturgemäß von dieser Unsicherheit frei. Es kann dies aus irgend einem der obigen v ersehen werden. Prüft man daraufhin etwa die beiden letzten ziemlich stark voneinander abweichenden v für Juli 30·5

42° 21′ 53″4 aus der numerischen Integration und
52″1 aus der gewöhnlichen sechsstelligen Rechnung.

Die entsprechende mittlere Anomalie ist

$$M = 5°\ 0'\ 31''04.$$

Die gewöhnliche sechsstellige Rechnung, für die $M = 5°\ 0'\ 31''0$ anzunehmen ist, ergibt für v den obigen zweiten Wert; aus einer siebenstelligen Rechnung, die noch Hundertelsekunden in M berücksichtigen kann, resultiert hingegen

$$v = 42°\ 21'\ 53''1,$$

ein Wert, dessen Abweichung vom vorigen der Größenordnung nach mit der obigen Überlegung übereinstimmt und der dem aus der numerischen Integration gefundenen beträchtlich näher liegt. Die noch übrig bleibende Differenz hält sich innerhalb der naturgemäßen Unsicherheit einer längeren Serie von numerischen Integrationen.

Da demnach bei erhöhter Genauigkeit der Aufwand an rechnerischer Arbeit beträchtlich kleiner ist als bei einer sechsstelligen Rechnung nach der gewöhnlichen Methode, so ist auch bei der Ermittlung von v — wenigstens im Fall großer Exzentrizitäten — der Vorzug dieser Integrationsmethode wohl unzweifelhaft.

V.

Man wird nach Ermittlung der Größen r und v in der gewöhnlichen Weise mit Hilfe der Gauß'schen Konstanten a, b, c, A', B', C' die rechtwinkligen heliozentrischen Koordinaten rechnen. Es liegt allerdings der Gedanke nahe, nachdem r bestimmt ist, diese aus den Differentialgleichungen nach ähnlichen Methoden direkt zu erhalten. Man kommt tatsächlich wieder auf sehr einfache Relationen; trotzdem ist es mit Rücksicht auf die Raschheit und Bequemlichkeit des gewöhnlichen Verfahrens sehr fraglich, ob durch die Ausdehnung der angegebenen Methode auch auf diesen Teil der Ephemeridenrechnung ein ökonomischer Vorteil erzielt wird.

Die Zusammenstellung der dynamischen Gleichung

$$\frac{d^2 x}{dt^2} + k^2 \frac{x}{r^3} = 0$$

mit der Formel der numerischen Integration

$$\frac{1}{\omega^2} x = {}^{\text{II}}f + \frac{1}{12}\frac{d^2 x}{dt^2} - \frac{1}{240} f^{\text{II}} + \ldots.$$

ergibt

$$x = \omega^2\,{}^{\text{II}}f \cdot \frac{1 - \dfrac{1}{240}\dfrac{f^{\text{II}}}{{}^{\text{II}}f}}{1 + \dfrac{k^2}{12}\omega^2 . \dfrac{1}{r^3}},$$

wofür man auch, wenn nicht außergewöhnliche Verhältnisse (sehr kleine Periheldistanzen oder sehr große Intervalle ω) vorliegen, setzen kann

$$x = \omega^2\,{}^{\text{II}}f \left(1 - \frac{k^2 \omega^2}{12} \cdot \frac{1}{r^3}\right),$$

so daß sich aus der für $\frac{d^2x}{d t^2}$ anzulegenden Summentafel die rechtwinklige Koordinate direkt und in sehr einfacher Weise rechnen läßt.

Die Ausgangswerte für die beiden Summenreihen lassen sich leicht aus den Gauß'schen Konstanten finden. Es ist

$$x_0 = r_0 \sin a \sin (A' + v_0)$$

$$\left(\frac{dx}{dt}\right)_0 = \frac{k \sin a}{\sqrt{p}} [\cos (A' + v_0) + \varepsilon \cos A']$$

und

$$\left(\frac{d^2 x}{d t^2}\right)_0 = -\frac{k^2 x_0}{r_0^{\,3}},$$

wodurch die Ausgangswerte

$${}^{\text{I}}f\left(a - \frac{\omega}{2}\right) = \frac{1}{\omega}\left(\frac{dx}{d t}\right)_0 - \frac{1}{2}\left(\frac{d^2 x}{d t^2}\right)_0 + \frac{1}{12} f^{\text{I}}(a)$$

und

$$ {}^{\mathrm{II}}f(a) = \frac{1}{\omega^2}x_0 - \frac{1}{12}\left(\frac{d^2x}{dt}\right)_0 + \frac{1}{240}f^{\mathrm{II}}(a) $$

gegeben sind.

Die Relationen sind, wie man sieht, zwar auch sehr einfach, doch kaum derartig, daß man Anlaß hätte, von der gewöhnlichen Weiterführung der Ephemeridenrechnung abzugehen.

Der Schwerpunkt der hier auseinandergesetzten Methode bleibt in der gleich bequemen Ermittlung von r und v, wie groß auch immer die Exzentrizität sein mag, ein Verfahren, das sich insbesonders bei einigermaßen beträchtlichen Werten von ε der gewöhnlichen Methode gegenüber sehr im Vorteil befindet.

Ich möchte zum Schluß auf den nicht unwichtigen Umstand hinweisen, daß die vorgeschlagene Methode eine sehr leichte durchgreifende Kontrolle gestattet: Wenn man nach einer Serie von Werten r und v für den letzten Ort die gewöhnliche direkte Methode in Anwendung bringt, so verifiziert ein übereinstimmendes Resultat die ganze bis dahin geführte Rechnung.



ÜBER
DIE ROTATIONSZEIT DER SONNE

VON

DR. A. SCHELLER,
ADJUNKT DER K. K. STERNWARTE IN PRAG.

Mit 1 Textfigur.

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 19. MÄRZ 1908.

Der Zweck der vorliegenden Abhandlung ist, einen Beitrag zu der besonders in der letzten Zeit durch die von Dunér, Halm und Adams durchgeführten spektroskopischen Bestimmungen der Rotationszeit der Sonne angeregten Frage nach der Veränderlichkeit der Rotationsperiode zu liefern. Der Untersuchung wurden die während der Jahre 1890 bis 1902 am erdmagnetischen Observatorium zu Potsdam erhaltenen registrierten Aufzeichnungen der magnetischen Deklination zugrunde gelegt. Der eigentlichen Bearbeitung des erwähnten Materiales geht ein kurzer historischer Überblick über die für die Rotationszeitbestimmung herangezogenen Methoden und die bisher erhaltenen Resultate voraus.

Seit der bald nach der Erfindung des Fernrohres erfolgten Entdeckung der Sonnenflecken durch die fast gleichzeitigen Beobachtungen von Johannes Fabricius, Galileo Galilei, Thomas Harriot und Christoph Scheiner hat sich in den verflossenen drei Jahrhunderten ein gewaltiges Beobachtungsmaterial angehäuft, welches die anfangs nur vermutete Rotation der Sonne mit ziemlicher Genauigkeit zu bestimmen gestattete, andrerseits aber auch in Bezug auf die Zeiten und die Häufigkeit des Auftretens der Fleckenphänomene deutlich verschiedene Periodizitäten erkennen ließ. Bereits Christoph Scheiner hatte aus der ersten längeren Beobachtungsreihe einen Wert für die wahre Rotationsdauer der Sonne, und zwar $25^1/_3$ Tage erhalten. Scheiners Methode der Fleckenbeobachtungen bestand darin, daß er das Verschwinden des Fleckes an einem Sonnenrande und sein Wiederauftauchen am anderen Rande beobachtete; die Zwischenzeit war demnach gleich der halben Rotationsdauer der Sonne. Naturgemäß gibt diese Beobachtungsart nur minder genaue Resultate. Trotzdem behielt Scheiners Wert lange Zeit Geltung. Von Dominik Cassini und Flamsteed wurden zuerst jene Methoden eingeführt, welche mit Hilfe von

einfachen geometrischen Sätzen aus zu mindest drei zu verschiedenen Zeiten angestellten Positionsbestimmungen eines Fleckes auf der Sonnenoberfläche sämtliche Rotationselemente — also Rotationsdauer und Lage der Rotationsachse — abzuleiten gestatten. Solcher Methoden gibt es sehr viele[1]; in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts war die Bestimmung der Rotationszeit der Sonne ein Lieblingsproblem der Astronomen, mit welchem sich selbst Männer wie Euler, Lagrange, Lalande, Cagnoli u. a. m. beschäftigten. In nachstehender Tabelle sind einige der aus Fleckenbeobachtungen resultierenden Rotationszeiten unter Beifügung der Beobachtungsepoche angeführt.[2]

	Tage	Epoche
Scheiner	25·330	1675
Cassini d. j.	25·583	1678
De la Hire	25·396	—
Fixlmillner	25·583	1770
Lalande	25·417	1776
Delambre	25·01	1775
Böhm	25·521	1833
Bianchi	25·35	1839
Laugier	25·34	1840
Kysäus	25·09	1841
Carrington	25·380	1850
Wolf	25·182	1854
Spörer	25·234	1866
Wilsing	25·172	1882

Die angeführten Werte für die wahre oder siderische Rotationszeit weisen beträchtliche Unterschiede auf. Diese haben einerseits darin ihren Grund, daß die Sonnenflecke infolge ihrer oft rasch veränderlichen Gestalt und Größe für präzise Beobachtungen nicht geeignete Objekte darstellen. Andererseits bilden die häufig auftretenden Eigenbewegungen der Flecke, die nicht von der Rotation der Sonne herrühren, Fehlerquellen, welche sich nur durch die Benützung einer möglichst großen Anzahl von Beobachtungen aus dem Resultate eliminieren lassen. Die Rotationsbestimmungen aus dem 18. Jahrhunderte und die später nach einer Pause von mehr als 50 Jahren in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts wieder aufgenommenen diesbezüglichen Arbeiten bis auf Carrington beruhen meist auf drei Beobachtungen eines Fleckes während einer Sichtbarkeitsperiode, also bloß eines Teiles der Rotationszeit, so daß auch diese mathematisch zwar sehr scharfsinnigen Methoden keine genauen Resultate zu liefern vermochten. Weiters haben bereits die älteren Beobachter erkannt, daß die Rotationsdauer je nach der Lage der beobachteten Flecke nicht unbeträchtlich — zwischen 25 und 28 Tage — variiert. Diese bereits von Scheiner gemachte Bemerkung wurde von Galilei als Irrtum hingestellt, doch weder diesem noch den späteren Astronomen des 18. Jahrhundertes gelang es, eine größere Genauigkeit zu erzielen, beziehungsweise eine Erklärung für die Verschiedenheiten zu finden. Von den Beobachtern des 19. Jahrhundertes war es bloß Laugier, welcher im Jahre 1841 in einer kurzen Notiz[3] darauf hinwies, daß die Verschieden-

---

[1] Vergl. E. Gelcich, Die ersten Bestimmungen der Rotationsdauer der Sonne durch Beobachtung der Sonnenflecke, Zeitschrift f. M. u. Ph. 1889.

[2] Vergl. J. G. Böhm, Beobachtungen von Sonnenflecken und Bestimmung der Rotationselemente der Sonne. Denkschrift der kais. Akademie der Wissenschaften in Wien, Bd. III, 1852.

P. A. Secchi, Die Sonne, übersetzt und herausgegeben von H. Schellen. Braunschweig 1872.

[3] Compt. Rend. 1841, XII.

heiten der aus den Fleckenbeobachtungen resultierenden Rotationszeiten in einem gewissen Zusammenhange mit den Verschiedenheiten der heliographischen Breiten der beobachteten Flecken stehen, was aber weiter keine Beachtung fand. Böhms aus den Jahren 1833—1836 stammende Beobachtungen hätten wohl näheren Aufschluß geben können, doch waren sie trotz ihrer erst im Jahre 1852 erfolgten Veröffentlichung zu wenig übersichtlich geordnet, um das eigentliche Rotationsgesetz erkennen zu lassen. Böhm konnte aus seinen Beobachtungen bloß konstatieren, daß »die Sonnenflecke auf beiden Hemisphären gleich zahlreich« und »in einer Zone, die etwa durch ± 20° der heliographischen Breite geht, am häufigsten erscheinen, während ihre Zahl von dort, wie es scheint, zu beiden Seiten nach demselben Gesetze anfänglich nur langsam, dann rasch abnimmt«.[1]

Erst die späteren, systematisch durchgeführten Beobachtungsreihen, deren erste Carrington[2] zu verdanken ist, haben für die Erkennung des Rotationsgesetzes wirklich verwendbares Material geliefert. Aus seiner achtjährigen, von November 1853 bis März 1861 durchgeführten Beobachtungsreihe leitete Carrington das interessante Resultat ab, daß die Winkelgeschwindigkeit der Sonnenflecken infolge der Rotation der Sonne eine mit der heliographischen Breite im Zusammenhange stehende Veränderlichkeit aufweise derart, daß die in der Nähe des Äquators befindlichen Flecke eine geringere Rotationszeit ergeben, als die höheren Breiten angehörenden.

Die aus den Beobachtungen resultierenden Werte der Winkelgeschwindigkeit stellte Carrington durch eine empirische Formel dar:

$$\xi = a + b \sin^{7/4}\varphi;\ a = 14^\circ\!.417,\ b = -2^\circ\!.750,$$

wo ξ die der heliographischen Breite φ zugehörende Winkelgeschwindigkeit, a und b aus den Beobachtungen zu berechnende Konstanten sind. Außer diesem Rotationsgesetze fand Carrington noch eine weitere interessante Abhängigkeit zwischen der elfjährigen Häufigkeitsperiode der Flecke[3] und ihrer Verteilung auf der Sonnenoberfläche: Die Flecke, welche sehr selten über 30° heliographische Breite hinaus auftreten, haben zu verschiedenen Zeiten verschiedene Verteilung. Vor dem Häufigkeitsminimum ist die Breite, als Mittel der Breiten der auftretenden Flecke genommen, klein, nimmt nach dem Minimum plötzlich stark zu und wird dann wieder langsam kleiner.

Die von Carrington entdeckten beiden Gesetze fanden durch die an seine Reihe anschließenden großen Beobachtungsreihen anderer Astronomen, so vornehmlich durch die größte von Spörer[4] in den Jahren 1861 bis 1893 durchgeführte, ihre vollständige Bestätigung. Spörer stellte als Ausdruck für seine Beobachtungen gleichfalls eine empirische Formel auf:

$$\xi = a + b \cos\varphi;\ a = 8^\circ\!.548,\ b = 5^\circ\!.798,$$

während Faye aus einer Diskussion der Carrington'schen Beobachtungen zur Wahl des Ausdruckes:

$$\xi = a + b \sin^2\varphi;\ a = 14^\circ\!.367,\ b = -3^\circ\!.100$$

kam und diesen Ausdruck durch die Hypothese begründete[5], daß vertikale, aus dem Innern des Sonnenkörpers gegen die Oberfläche gerichtete Strömungen, deren Ausgangspunkte sich auf einer sphäroidischen Fläche befinden, als Ursache der Veränderlichkeit der Winkelgeschwindigkeit zu betrachten seien. Das

---

1 Vergl. Böhm, l. c. p. 74.

2 Observations of the Spots on the Sun, from November 9, 1853, to March 4, 1861, made at Redhill by R. C. Carrington, F. R. S., London and Edinburgh 1863.

3 Auf den elfjährigen periodischen Wechsel der Fleckenhäufigkeit wies zuerst Schwabe (Astr. Nachr. 495) im Jahre 1844 als Resultat seiner seit 1826 betriebenen regelmäßigen Sonnenbeobachtungen hin.

4 Spörer, Zusammenstellung der aus mehrjährigen Beobachtungen von Sonnenflecken gewonnenen Resultate. Anclam 1868. Vergl. weiter die Bände 1, 2, 4 und 10 der Publikationen des Astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam.

5 Vergl. Compt. Rend. 1865 u. f.; Astr. Nachr. 1717.

sichere Resultat sämtlicher Untersuchungen ist demnach die von der heliographischen Breite der Flecke abhängige Rotationsdauer derjenigen Oberflächenschichten der Sonne, welchen die Flecke angehören.

Das folgende Täfelchen enthält die Rotationszeiten für die verschiedenen Breiten, wie sie sich als Durchschnittswerte ergeben:

Heliographische Breite	Rotationszeit: Tage
0°	25·0
± 10°	25·2
± 20°	25·7
± 30°	26·5
± 40°	27·4

Bestimmungen aus einzelnen Flecken können von diesen Zahlen beträchtliche Abweichungen zeigen, die dann durch die Eigenbewegung der Flecke hervorgerufen sind.

Nicht unerwähnt darf bleiben, daß Faye die Carrington'schen Angaben der Rotationsgeschwindigkeiten mit den sich aus der von Spörer aufgestellten Formel ergebenden Werten verglich. Faye kam zu dem Resultate[1], daß die Carrington'schen Werte durchschnittlich um 0·16 Tage zu klein sind. Nach Fayes Meinung wären derartige Abweichungen viel zu groß, als daß sie Beobachtungsfehlern zur Last gelegt werden könnten, und er hält dafür, daß deren Grund in einer wirklichen Verschiedenheit der Rotationsgeschwindigkeiten während der beiden Beobachtungsepochen (Carrington 1856 und 1857, Spörer 1862 bis 1865) zu suchen sei. In dieser Bemerkung liegt wohl die erste Vermutung einer Variabilität des Rotationsgesetzes.

Das Auftreten der Sonnenflecke bis zu höchstens 35° Breite ließ es natürlich nicht zu, das Rotationsgesetz auch für höhere Breiten durch Beobachtungen zu erweisen, so daß für die Aufstellung eines allgemeinen Gesetzes für die Sonne nur der Weg der Analogie übrig blieb. Auch die Beobachtungen der Sonnenfackeln wurden zur Ableitung des Rotationsgesetzes herangezogen, doch brachten auch diese Beobachtungen nicht den gewünschten Erfolg, da sie gleich den Sonnenflecken nur in einer beschränkten Zone beobachtet wurden, und außerdem gegenüber den Flecken noch den Nachteil einer viel unsichereren Pointierung bei einer zeitlich auf wenige Tage beschränkten Beobachtbarkeit haben.

Immerhin sind die so gefundenen Resultate interessant und der Anführung wert. Wilsing's Untersuchungen[2] an Fackelbeobachtungen im Jahre 1882 führten zu dem merkwürdigen Resultate, daß die Rotationsgeschwindigkeiten entgegen den aus Fleckenbeobachtungen gewonnenen Werten sich für alle Breiten durch eine Konstante ausdrücken lassen; Wilsing bestimmt diese konstante Winkelgeschwindigkeit mit 14°27 entsprechend einer wahren Rotationszeit von 25·23 Tagen. Wilsing's Untersuchungen stehen diejenigen von Stratonoff[3] und Belopolsky[4] entgegen, die ihrerseits eine gute Übereinstimmung mit den aus den Flecken berechneten Werten, wie auch die Giltigkeit der Spörer'schen Formel für ihre Beobachtungen finden. Alle Fackeluntersuchungen leiden an dem Mangel, daß sie auf nur wenige Tage auseinanderliegenden Beobachtungen basieren. Erst die in neuerer Zeit mit dem Spektroheliographen gemachten Sonnenaufnahmen gestatten, weiter auseinanderliegende Positionsbestimmungen miteinander zu verbinden, und dürften daher für die Ermittlung des Rotationsgesetzes wertvolle Beiträge liefern. Doch

---

1 Compt. Rend. LXI, p. 474.

2 Publikationen des Astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam, Bd. 4, desgl. Astr. Nachr. 2852.

3 Astr. Nachr. 3275 und 3344.

4 Memorie della Societa degli Spetroscopisti Italiani, Nov. 1892.

sind die bisher an der Yerkes-Sternwarte von Fox gewonnenen Resultate noch nicht in extenso publiziert und daher einer eingehenden Bearbeitung nicht zugänglich.

Ein weiterer Grund für die Verschiedenheit der erlangten Resultate dürfte auch darin gelegen sein, daß die von Wilsing beobachteten Fackeln der heliographischen Zone von 6° bis 15° jene von Belopolsky aber der Zone 23° bis 35° angehören, in beiden Fällen Zonen, die viel zu klein sind, um über die Konstanz, beziehungsweise Abnahme der Rotationszeiten mit zunehmender Breite zu entscheiden. Stratonoffs Untersuchungen beziehen sich allerdings auf Fackeln, welche in allen Breiten bis zu 40° beobachtet wurden. Die aus dieser Reihe resultierenden Werte zeigen einen Gang, der für den Rotationswinkel der Fackeln eine beträchtlich langsamere Änderung mit zunehmender Breite ergibt, als die aus Fleckenbeobachtungen abgeleiteten Wertreihen zeigen.

Stratonoffs Wert für die äquatoriale Winkelgeschwindigkeit beträgt 14°61 entsprechend einer siderischen Rotationszeit von 24·66 Tagen. Die Übereinstimmung des Stratonoff'schen Geschwindigkeitswertes für 15° Breite (14°24) mit der von Wilsing gefundenen konstanten Geschwindigkeit (14°27) dürfte darauf zurückzuführen sein, daß die meisten von Wilsing beobachteten Fackeln zwischen 9° und 15° Breite lagen.

Eine weitere Methode für die Rotationszeitbestimmung ergab sich, als man erkannte, daß sich gleichzeitig mit den auffallenden Veränderungen auf der Sonnenoberfläche entsprechende Veränderungen in gewissen meteorologischen Erscheinungen, besonders aber in den Wirkungen der erdmagnetischen Kraft abspielen. Bereits im Jahre 1843 hatte der Physiker Nervander[1] die Rotationsdauer der Sonne aus Temperaturreihen zu ermitteln versucht. Bald darauf unterzog auch Buijs-Ballot[2] verschiedene lange Reihen von Temperaturbeobachtungen einer Untersuchung und fand untereinander gut übereinstimmende Perioden, deren Mittelwert er mit 27·682 Tagen, entsprechend einem Werte für die wahre Rotationszeit von 25·732 Tagen, angibt, während Nervander hiefür 27·26 beziehungsweise 25·37 Tage fand. Auch einen Einfluß auf den Barometerstand infolge der Sonnenrotation glaubte man feststellen zu können, und Hornstein[3] schloß aus der Bearbeitung von Luftdruckbeobachtungen auf eine Rotationszeit von 24·12, Broun[4] aus gleichen Untersuchungen auf 24·13 Tagen. Am meisten ausgesprochen und leichtesten erkennbar ist der Einfluß der Sonnentätigkeit auf die Stärke und Richtung der erdmagnetischen Kraft. Durch die Arbeiten von Sabine, Wolf und Lamont ist nachgewiesen, daß die tägliche Variation der erdmagnetischen Elemente einer elfjährigen Periode unterliegt, welche ein getreues Spiegelbild der Häufigkeitsperiode der Sonnenflecken ist. Von der Ansicht ausgehend, daß nicht nur die Gesamtheit der auftretenden Flecken, sondern auch jeder einzelne einen gewissen Einfluß auf den magnetischen Zustand der Erde ausüben muß, welcher Einfluß sich infolge der durch die Rotation der Sonne sich ändernden Entfernung in seiner Stärke ändern muß, unternahm es zuerst Hornstein[5] aus den Schwankungen der erdmagnetischen Kraft die der Sonnenrotationsdauer entsprechende Periode abzuleiten. Aus den Deklinationsbeobachtungen in Prag und Wien und den Inklinationsbeobachtungen in Prag im Jahre 1870 berechnete er eine Periode von 26·33 Tagen, die, mit der synodischen Rotationszeit der Sonne identifiziert, als wahre Rotationszeit 24·55 Tage ergibt, in fast genauer Übereinstimmung mit dem Werte, den Spörer für die Rotationszeit der Sonnenflecke in der Äquatorialzone der Sonne gefunden hat. Nach

---

1 Vergl. Pogg. Annal. 58, 1843.

2 Vergl. Pogg. Annal. 66 und 68.

3 C. Hornstein, Über die Abhängigkeit der täglichen Variationen des Barometerstandes von der Rotation der Sonne. Sitzb. Bd. 67.

4 Compt. Rend. Bd. 76.

5 C. Hornstein, Über die Abhängigkeit des Erdmagnetismus von der Rotation der Sonne. Sitzber. der kais. Akad. d. Wiss., Wien, Band 64.

Hornstein wurden noch vielfach derartige Bestimmungen gemacht, deren Resultate in nachstehender Zusammenstellung[1] enthalten sind:

		Tage	Jahr
Broun:	Markerstown	25·92	1844 und 45,
»	Greenwich	25·86	1850—51, 1868—70,
Hornstein:	Prag, Deklination	26·69	1870,
»	Prag, Inklination	26·03	1870,
»	Wien, Deklination	26·39	1870,
»	Aus den Beobachtungen in Petersburg	26·24	1870,
Schmidt:[2]	Batavia, Deklination	25·87	1867—71, 1873—75, 1883—85,
Müller:	Aus den Störungen aller Elemente zu Pawlowsk:		
»	Aus den Störungen der Deklination	25·66	1882—83,
»	» » » » Horizontalintensität	25·79	1882—83,
»	» » » » Vertikalintensität	25·86	1882—83,
Liznar:	» » » » Deklination in Wien, 1. Juli 1882 bis 31. Dezember 1883, und zwar:		
	Aus den westlichen Störungen	25·95	1882—83,
	» » östlichen »	26·05	
	» der täglichen Schwankung der Deklination in Wien	26·05	1882—84,
	» » » » » » » Kremsmünster	26·10	1882—84,
	» der täglichen Schwankung der Deklination in Pawlowsk	25·89	1878—84,
	» der täglichen Schwankung der Horizontalintensität in Pawlowsk	26·03	1878—84,
	» der täglichen Schwankung der Vertikalintensität in Pawlowsk	25·64	1878—84,
	» der täglichen Schwankung aller drei Elemente auf den Polarstationen Fort Rae und Jan Mayen	25·85	1882—83.

Im Mittel aus allen diesen Bestimmungen ergibt sich die Periode zu 26·00 Tagen, welche Zeit man unter der Voraussetzung, daß die 26tägige Periode der erdmagnetischen Elemente eine Folge der Sonnenrotation ist, als einen der Wahrheit sehr nahe kommenden Wert für die synodische Rotationszeit der Sonne bezeichnen kann. Die zugehörige wahre Rotationszeit ergibt sich zu 24·27 Tagen.

Als allen anderen Methoden weit überlegen, hat sich die Bestimmung der Rotationsdauer auf spektroskopischem Wege erwiesen. Bereits Zöllner schlug vor, die Rotationsverhältnisse mit Hilfe der Linienverschiebung nach dem Doppler'schen Prinzipe zu ermitteln. Die ersten Versuche machte im Jahre 1871 H. C. Vogel.[3] Seine Beobachtungen der Linienverschiebung ergaben stets den Sinn der Drehung des Sonnenkörpers richtig, doch erreichten die Messungen nicht die genügende Genauigkeit. Young leitete aus Beobachtungen, die er mit Hilfe von Rutherfurd'schen Diffraktionsgittern anstellte, eine äquatoriale Geschwindigkeit von 2·29 *km* in der Sekunde ab, was einer siderischen Rotationszeit von 22·11 Tagen entspräche, demnach einen viel zu kleinen Wert lieferte.

Von weitergehenden, mit weit vollkommeneren Mitteln ausgeführten Untersuchungen sind bis in die letzte Zeit bloß vier bekannt geworden. Es sind dies die Beobachtungsreihen von Crew[4] in Haver-

[1] Die Zusammenstellung ist zum Teile aus Liznars Abhandlung »Über die 26tägige Periode der täglichen Schwankung der erdmagnetischen Elemente« Sitzber. Bd. 94, entnommen.

[2] A. Schmidt, Über die 26-tägige periodische Schwankung der erdmagnetischen Elemente. Sitzber. Bd. 96.

[3] Vergl. Scheiner, Die Spektralanalyse der Gestirne, p. 345 ff.

[4] Haverford College Publ. 1889.

ford 1889, von Dunér[1] in Lund, später in Upsala in den Jahren 1887 bis 1889 und 1899 bis 1901, weiters die von Halm[2] in Edinburgh von 1901 bis 1906 und schließlich die von W. Adams[3] in Mt. Wilson in Kalifornien während der Jahre 1906 und 1907. Crews Untersuchungen ergaben als mittlere Differenz der Rotationsgeschwindigkeit der beiden Sonnenränder am Äquator 3·86 *km*, entsprechend einer siderischen Rotationsdauer der Sonne von 26·23 Tagen. Crew führte seine Beobachtungen bis zur heliographischen Breite 70° aus. Das merkwürdige Resultat seiner Messungen, die gleichförmige Rotationsgeschwindigkeit der absorbierenden Schichte in allen Breiten, entspricht wohl den oben erwähnten, von Wilsing aus Fackelbeobachtungen hergeleiteten Ergebnissen, steht aber nicht im Einklang mit den Untersuchungen der anderen Beobachter. Dunér, welcher gleich Crew ein Rowland'sches Gitter für seine Messungen benützte, fand eine vollkommene Übereinstimmung zwischen dem aus Fleckenbeobachtungen und dem aus seinen spektroskopischen Beobachtungen resultierenden Rotationsgesetze. Die in den verschiedenen Breiten gewonnenen Winkelgeschwindigkeiten lassen sich vollständig durch eine der von Faye für Fleckenbeobachtungen aufgestellten, analogen Formel darstellen. Dunér gibt zwei solche Formeln, wie sie sich auf Grund zweier verschiedener Reduktionsverfahren ergeben:

$$1.\ \xi = 14^{\circ}90 - 4^{\circ}41 \sin^2 \varphi.$$
$$2.\ \xi = 14^{\circ}81 - 4^{\circ}21 \sin^2 \varphi.$$

Die äquatorealen siderischen Rotationszeiten folgen daraus mit 24·16 beziehungsweise 24·31 Tagen Die mit den Dunér'schen parallel laufenden Beobachtungen Bergstrands führen zu der Formel:

$$\xi = 14^{\circ}57 - 5^{\circ}35 \sin^2 \varphi$$

und der zugehörigen Umdrehungsdauer im Äquator 24·71 Tage.

Aus der Vergleichung der in den beiden Beobachtungsepochen gemessenen Geschwindigkeiten glaubte Dunér »mit beträchtlicher Sicherheit« schließen zu können, daß »in den Geschwindigkeiten keine bemerkenswerte Veränderung mit der Zeit stattgefunden«, ebenso »auch in den drei konsekutiven Jahren (1899, 1900 und 1901) sich keine gesetzmäßige Änderung gezeigt habe«. Um so interessanter war das Resultat der Halm'schen in den Jahren 1901—1906 ausgeführten Untersuchungen. Während die Halm'schen Beobachtungen im Jahre 1901 eine vollständige Übereinstimmung mit den Dunér'schenMessungen zeigen, ergibt sich in den folgenden Jahren eine beträchtlich geringere Zunahme der Rotations dauer mit wachsender Breite. Die Halm'schen Beobachtungen, welche die von Dunér an Genauigkeit noch übertreffen, wurden in der direkten Absicht begonnen, um zu untersuchen, ob die bisherige Anschauung der unveränderlichen Rotationsgeschwindigkeit der Sonnenoberfläche richtig sei, oder ob auch das Rotationsgesetz durch die sich während einer Fleckenperiode auf der Sonne abspielenden Vorgänge beeinflußt werde. Während Dunér die Rotationsgeschwindigkeiten bloß für sechs heliographische Breiten bestimmt, für 0°, 15°, 30°, 45°, 60° und 75°, sind Halm's Beobachtungen über sämtliche Breiten verteilt, wodurch eine kontinuierlichere Kurve erreicht wird, als sie Dunérs Messungen zulassen. Die Diskussion der Gesamtreihe führt Halm in der Weise, daß er seine Beobachtungen einmal durch die Faye'sche Formel, die aus den Carring ton'schen Fleckenbeobachtungen abgeleitet wurde:

$$\xi = 14^{\circ}53 - 2^{\circ}50 \sin^2 \varphi,$$

ein andermal durch die von Dunér aufgestellte Formel:

$$\xi = 14^{\circ}80 - 4^{\circ}17 \sin^2 \varphi$$

darzustellen sucht. Gegen die nach der ersten Formel berechneten Werte zeigen die Beobachtungen Abweichungen, welche den für die einzelne Beobachtung angegebenen mittleren zufälligen Fehler nicht

---

[1] Nova acta Reg. Soc. scient. Upsalensis. Ser. IV, Vol. I, Nr. 16.

[2] Astr. Nachr. 4147.

[3] Contributions from the Solar Observatory Mt. Wilson, California. Nr. 20.

übersteigen. Die Dunér'sche Formel läßt dagegen in den Edinburger Beobachtungen einen direkt systematischen Gang aufweisende Fehler zurück. Die Diskussion der Jahresresultate führte zur Aufstellung von einer Formel für jedes einzelne Jahr, Formeln, welche die in den einzelnen Breiten beobachteten Rotationsgeschwindigkeiten in Kilometer ebenso wie in der Faye'schen Formel von $\sin^2\varphi$ abhängig darstellen. Gleiche Formeln werden auch für die Dunér'schen Beobachtungen angegeben.

Die Koeffizienten a und b der Gleichungen sind von Halm folgendermaßen angegeben:

Ort und Epoche der Beobachtungen		a	b	Rotationswinkel im Äquator	Rotationszeit im Äquator
Upsala	1899.5	1·98	— 0·57	14°098	25·537
	1900.5	2·11	— 0·40	15·023	23·968
	1901.5	2·09	— 0·79	14·881	24·192
Edinburg	1901.7	2·06	— 0·70	14·667	24·545
	1902.5	1·973	— 0·560	14·048	25·632
	1903.5	2·036	— 0·251	14·496	24·834
	1904.5	2·075	— 0·271	14·774	24·366
	1905.5	2·039	— 0·245	14·518	24·802
	1906.5	2·010	— 0·294	14·311	25·138
Mt. Wilson	1907.0	—	—	14·72	24·46

In die Tabelle wurden außerdem die sich aus den Jahresformeln ergebenden Rotationswinkel und -zeiten im Äquator aufgenommen. Die Zusammenstellung enthält auch die von Adams gefundenen entsprechenden Werte. Des letzteren Untersuchungen basieren bloß auf an 10 Tagen in der Zeit von Mai 1906 bis Juni 1907 angestellten Beobachtungen und können für die Frage nach einer etwaigen Veränderlichkeit der Rotationsdauer nichts beitragen.

Wie die angeführten Werte der Koeffizienten a und b zeigen, ist für das Jahr 1901 die Übereinstimmung der Dunér'schen und der Halm'schen Reihe eine vollständige. Der Gang in den Koeffizienten a zeigt deutlich eine dreijährige Periode, die auch in der Reihe der Rotationswinkel und -zeiten bemerkbar wird. Außerdem weist die Reihe der b zunächst bis 1901 eine Zunahme, von da ab eine beträchtliche Abnahme auf. Dementsprechend ergeben die Formeln die Rotationszeit in den höheren Breiten bis zum Jahre 1901 zunehmend, dann abnehmend. Da die Zeit des Fleckenminimums in das Jahr 1901, die des Maximums auf 1905 fällt, ist ein Zusammenhang der genannten Variation mit der wechselnden Sonnenfleckentätigkeit nicht ausgeschlossen. Ob aber diese Veränderungen des Rotationsgesetzes periodisch sind und auf Rechnung der elfjährigen Periode der dynamischen Vorgänge auf der Sonne gesetzt werden dürfen, kann nur durch eine längere, mindestens eine Fleckenperiode umspannende Beobachtungsreihe festgestellt werden. Eine spektroskopische Reihe von dieser zeitlichen Ausdehnung gibt es derzeit noch nicht, wohl aber liegt die Ansicht nahe, daß es vielleicht möglich sein könnte, speziell bei Verwertung von registrierten Aufzeichnungen der erdmagnetischen Elemente eine derartige zeitliche Veränderung der Rotationsdauer der Sonne nachweisen zu können.

Der Verfasser machte den Versuch, eine derartige Untersuchung mit Hilfe der Deklinationsreihe der Potsdamer erdmagnetischen Variationsbeobachtungen in der Weise auszuführen, daß für die einzelnen aufeinanderfolgenden Jahre die Werte für die 26tägige Periode gerechnet wurden. Die Potsdamer Reihe beginnt mit dem Jahre 1890 und liegt bis 1902 publiziert vor, umfaßt demnach einen Zeitraum von 13 Jahren. Die Beobachtungen sind mit Registrier-Instrumenten gewonnen, und sind die von den Registrierkurven abgelesenen Werte für die einzelnen Tagesstunden angegeben[1]. Die Methode, welche einer Perioden-

[1] Veröffentlichungen des königl. preußischen Meteorologischen Instituts. Ergebnisse der magnetischen Beobachtungen in Potsdam in den Jahren 1890 bis 1902.

berechnung zugrunde gelegt wird, ist die allgemein angewandte Methode der harmonischen Analyse. Für den vorliegenden Zweck wurde das zuerst von Hornstein angegebene Verfahren benützt. Für die Rechnung wurden nicht die absoluten Werte der Deklination herangezogen, sondern die Amplituden, wie sie sich als Differenzen der an einem Tage beobachteten größten und kleinsten Deklination ergeben. Eine Rechnung mit diesen Werten ist, wie Liznar gezeigt hat, wohl angängig, weil die Amplituden ebenfalls den periodischen Schwankungen unterworfen sind. Bei ihrer Benützung entfällt die zeitraubende Elimination der säkularen Änderung. Bei der ersten Durchsicht der Beobachtungen zeigte es sich, daß die in manchen Jahren ziemlich oft auftretenden unregelmäßigen magnetischen Störungen den Charakter der gesuchten 26tägigen Periode stark verwischen würden, wenn nicht eine genügende Anzahl von Beobachtungen zur Ermittlung der Periode vereinigt würde. Aus diesem Grunde wurden die Beobachtungen nicht eines, sondern je dreier aufeinander folgenden Jahre in Gruppen zu 24, 25, 26, 27 und 28 Tagen geordnet. Auf diese Weise erscheinen die aus den Jahren 1890, 1891 und 1892 gebildeten Gruppen gültig für das Jahr 1891, die aus den Jahren 1891, 1892 und 1893 gültig für das Jahr 1892 u. s. w., so daß durch Vereinigung von je drei aufeinander folgenden Jahren aus dem gesamten 13jährigen Materiale 11 für die Jahre 1891 bis 1901 als gültig anzusehende Gruppen ermittelt wurden. Diese Werte sind im Anhang in den Tafeln I gegeben.

Das bekannte Hornstein'sche Verfahren beruht im weiteren darauf, daß das Mittel jeder der Gruppen von 24 bis 28 Tagen gebildet wird, und weiter für jede der Zahlen einer jeden Gruppe die Konstanten der Formel

$$y = b_0 + b_1 \sin \left(v + \frac{360}{T} x \right)$$

berechnet werden, wobei b_0, b_1 und v die zu bestimmenden Konstanten, T die Länge der Periode und x den Tag in der Periode bedeutet. In den Tafeln II sind die auf diese Weise gefundenen Werte der Konstanten angeführt. Nimmt man die Amplitude als Funktion der Periode T an, so hat man zu setzen

$$A = \alpha + \beta\,(T-25) + \gamma\,(T-25)^2,$$

in welcher Gleichung die Konstanten α, β und γ zu bestimmen sind. Zur Konstantenermittlung ergeben sich aus den in den Tafeln II mitgeteilten Werten die in Tafel III gegebenen Bestimmungsgleichungen, aus denen für die Konstanten in den einzelnen Jahren die eben dort angeführten Werte folgen. Durch Differenziation der Amplitudengleichung erhält man den wahrscheinlichsten Wert der Periodendauer T. Nachstehende Zusammenstellung gibt als Schlußresultat der Rechnung die Werte für die synodische und die siderische Rotationszeit und den daraus resultierenden Rotationswinkel.

Jahr	Synodische	Siderische	Rotations-geschwindigkeit
	Rotationszeit		
1891	26·524	24·728	14°56
1892	26·049	24·315	14·80
1893	26·106	24·365	14·78
1894	26·845	25·005	14·42
1895	25·750	24·054	14·97
1896	25·777	24·077	14·95
1897	27·701	25·748	14·00
1898	24·987	23·387	15·39
1899	26·366	24·592	14·65
1900	26·797	24·964	14·42
1901	25·763	24·067	14·96

Bildet man aus den einzelnen Jahreswerten die Mittel, so erhält man für die synodische Rotationszeit 26·24 Tage, für die siderische 24·48 Tage und für die Rotationsgeschwindigkeit 14°71, in guter Übereinstimmung mit anderen Bestimmungen. Auf den ersten Blick zeigt sich in den angegebenen Werten eine deutlich ausgesprochene dreijährige Periode. Für den Rotationswinkel fallen die Minima auf 1891, 1894, 1897 und 1900, die zugehörigen Maxima auf 1892·5, 1895 und 1898. Es ergibt sich demnach aus den magnetischen Beobachtungsreihen das gleiche Resultat, wie es Halm aus seiner spektroskopischen Reihe ableiten konnte. Eliminiert man aus der Wertreihe für den Rotationswinkel die dreijährige Periode dadurch, daß man je drei aufeinander folgende Jahreswerte zu einem Werte vereinigt, so ergibt sich der Rotationswinkel als Mittel dieser Werte zu 14°72 ± 0°02. Die dreijährige Periode läßt sich demnach fast vollständig eliminieren. Eine graphische Darstellung der Jahreswerte des Rotationswinkels zeigt jedoch, daß außer der dreijährigen Periode auch eine elfjährige Periode angedeutet scheint, und zwar durch die Größe der Amplituden der 3-jährigen Periode. Die Amplitude zwischen dem Maximum 1892·5 und dem Minimum 1894 des Rotationswinkels erscheint selbst als Minimum, während dem die Amplitude zwischen dem Maximum 1898 und dem zugehörigen Minimum ein Maximum darstellt.

Diese 11-jährige Periode scheint auch in den Wertreihen der in Tafel III angeführten Konstanten α, β und γ, sowie der durch diese bestimmten Amplitude A zum Ausdruck zu kommnn. Die Konstante α zeigt ein ausgesprochenes Minimum im Jahre 1893 und ein Maximum im Jahre 1899. Ein gleicher Gang ist bei den Werten der Konstanten β ersichtlich, während bei γ der umgekehrte Verlauf auftritt: 1893 ein Maximum, 1899 ein Minimum. Ebenso zeigt sich der gleiche Gang wie bei den Konstanten α und β auch in der Größe der Amplitude der 26-tägigen Periode des Erdmagnetismus A, welche in den beiden genannten Jahren ihren kleinsten, bezw. größten Wert erreicht. Da nun die beiden fraglichen Epochen die Zeiten größter (1893/94) und kleinster (1899) Fleckenhäufigkeit waren, so wird ein Zusammenhang zwischen der Sonnenfleckenfrequenz einerseits und der Größe der Amplitude der 26-tägigen erdmagnetischen Schwankung[1] sowohl, wie auch der Amplitude der dreijährigen Periode der Sonnenrotationszeit andererseits sehr wahrscheinlich, und zwar in der Weise, daß dem Sonnenfleckenmaximum die kleinsten Werte, dem Fleckenminimum die größten Werte der Amplituden entsprechen. In die graphische Darstellung der vom Verfasser erhaltenen Rotationswerte wurde auch die entsprechende Kurve nach den Halm'schen Resultaten eingezeichnet. Sie erscheint als direkte Fortsetzung der Kurve der Jahre 1891 bis 1901. Die dreijährige Periode erscheint somit gesichert und vielleicht auch die elfjährige, da die Halm'sche Kurve eine Abnahme der Amplitude zeigt, wie sie nach der Zunahme in der Scheller'schen erwartet werden muß.

---

[1] Auf eine mögliche mit der Fleckenhäufigkeit im Zusammenhang stehende Veränderung der Amplitude der 26-tägigen Periode des Erdmagnetismus hat bereits Ad. Schmidt in seiner Untersuchung: »Über die 26-tägige periodische Schwankung der erdmagnetischen Elemente«, Sitzb., Bd. 96, hingewiesen, doch im Gegensatz zu dem Resultate des Verfassers einen der Sonnenfleckenhäufigkeit parallelen Verlauf der Amplitudenschwankung vermutet.

Tafel I.

Tägliche Schwankung der Deklination, abgeleitet aus je drei aufeinanderfolgenden Jahren.

Gruppen zu 24 Tagen.

Tage	1891	1892	1893	1894	1895	1896	1897	1898	1899	1900	1901
1	12'587	16'983	16'731	15'806	15'016	15'663	14'313	12'065	11'330	9'330	9'844
2	13.502	17.774	17.291	15.896	15.887	14.891	14.746	12.571	11.941	10.041	9.826
3	13.711	15.378	17.295	16.867	16.578	15.580	15.548	11.948	12.141	9.643	9.496
4	14.063	15.130	19.011	15.735	16.865	14.267	12.765	11.546	11.782	9.769	8.941
5	14.670	16.161	16.485	16.547	17.798	16.842	12.359	12.426	11.982	10.582	9.522
6	14.696	17.221	15.876	15.491	17.948	14.641	12.535	11.778	10.928	10.033	8.396
7	16.076	16.641	15.770	15.546	17.016	16.283	12.280	12.367	11.654	9.648	8.870
8	13.780	15.720	14.619	15.750	18.318	16.341	12.789	12.615	10.815	10.207	8.820
9	13.991	17.428	17.080	17.509	16.444	14.015	13.194	13.396	10.582	9.583	8.274
10	14.372	14.806	15.919	17.341	18.567	13.363	12.400	12.794	12.011	10.707	9.119
11	14.804	16.224	17.889	19.050	16.504	12.331	13.302	12.107	11.056	8.922	9.391
12	15.146	16.096	15.147	17.680	17.267	13.306	12.544	12.696	12.981	10.035	8.989
13	13.613	15.726	15.756	17.004	17.452	14.295	13.389	12.161	12.000	9.457	8.454
14	15.333	17.961	14.539	17.658	15.233	14.900	13.456	12.115	11.448	9.043	8.746
15	13.340	15.352	16.902	17.229	15.789	13.737	13.704	12.724	12.261	10.550	9.702
16	15.195	18.535	16.626	16.973	15.028	15.215	13.235	12.220	10.569	10.825	8.487
17	13.775	15.116	18.371	17.114	15.824	14.665	14.442	14.618	11.047	9.949	8.371
18	14.200	15.060	18.545	15.647	15.251	13.646	13.313	14.035	10.887	9.491	9.007
19	16.625	14.458	19.149	15.976	15.087	13.956	14.254	13.485	10.898	10.660	9.729
20	14.020	14.520	20.009	16.767	14.573	14.673	13.125	13.420	11.438	10.751	8.693
21	17.252	15.389	20.216	15.884	16.189	14.931	13.627	12.189	11.154	9.833	8.713
22	13.489	15.433	18.151	17.218	16.098	16.094	14.940	11.618	11.082	9.140	8.440
23	14.549	15.762	16.527	16.311	15.670	14.589	15.642	11.914	10.891	10.138	8.700
24	13.618	16.380	16.756	14.993	15.364	16.051	15.938	11.713	11.669	10.878	9.876
Mittel	14.434	16.052	17.074	16.583	16.324	14.761	13.660	12.522	11.439	9.967	9.017

Tafel I (1. Fortsetzung).

Gruppen zu 25 Tagen.

Tage	1891	1892	1893	1894	1895	1896	1897	1898	1899	1900	1901
1	14'339	15'891	17'627	15'521	15'530	16'941	13'041	12'452	12'046	9'689	8'400
2	15.019	14.439	15.798	16.539	16.923	16.230	11.487	12.318	13.720	9.909	8.820
3	14.620	16.723	16.264	15.616	17.564	15.768	12.829	11.941	12.623	10.325	8.514
4	14.225	16.766	16.730	16.148	17.907	16.057	13.978	12.227	10.573	10.098	8.309
5	14.420	16.282	15.052	16.633	15.786	15.148	14.414	11.284	11.473	10.707	9.034
6	14.609	16.827	16.025	16.028	16.291	14.152	15.214	11.091	10.291	10.623	8.834
7	12.584	16.584	16.736	16.134	17.837	14.864	14.235	12.123	10.023	9.923	8.366
8	13.530	15.248	16.159	17.237	16.046	15.250	15.112	13.023	10.841	10.705	9.061
9	14.477	15.298	18.139	14.539	15.264	14.468	15.748	12.318	9.839	10.200	8.777
10	14.614	16.443	17.623	17.493	14.107	14.796	14.221	14.321	10.752	11.107	9.798
11	14.298	16.518	16.027	16.389	15.136	13.409	14.966	12.402	10.893	10.036	9.132
12	13.789	17.114	19.643	17.002	16.158	14.143	14.907	12.314	10.168	10.541	8.609
13	14.480	16.205	18.252	16.500	15.155	15.143	13.421	14.080	10.468	9.686	9.241
14	14.907	15.802	17.527	16.111	16.507	15.398	14.941	14.055	9.825	8.932	8.820
15	14.505	15.911	16.943	14.718	16.760	13.600	12.505	14.223	10.809	10.264	8.836
16	14.439	18.187	17.527	16.168	16.607	14.330	12.287	13.125	10.684	9.257	8.932
17	13.728	15.130	16.270	17.205	17.509	14.666	13.257	14.486	11.595	9.454	9.648
18	14.498	15.330	16.589	16.516	17.941	13.459	12.989	13.434	11.496	10.120	9.025
19	15.074	15.841	17.721	17.984	17.332	13.873	13.148	11.395	11.523	9.461	10.377
20	14.693	16.359	17.540	16.749	15.746	15.765	13.566	12.546	12.954	9.916	10.021
21	15.428	15.207	17.959	17.902	15.486	14.465	12.305	11.847	12.351	9.928	9.146
22	15.349	14.930	18.477	20.676	16.584	14.874	12.109	11.114	11.391	9.518	9.272
23	13.695	15.846	17.163	17.326	16.544	14.765	13.891	11.591	12.577	9.930	8.435
24	14.114	15.888	16.449	16.549	16.198	13.088	14.256	11.672	13.463	8.881	9.098
25	15.270	16.649	17.355	15.114	15.286	14.297	12.518	11.495	13.809	9.888	8.961
Mittel	14.428	16.057	17.104	16.592	16.328	14.758	13.654	12.515	11.447	9.964	9.019

Tafel I (2. Fortsetzung).

Gruppen zu 26 Tagen.

Tage	1891	1892	1893	1894	1895	1896	1897	1898	1899	1900	1901
1	13'542	13'795	17'274	15'914	16'361	14'909	13'488	13'153	10'844	9'260	9'500
2	12.307	13.774	14.805	15.516	17.909	15.507	13.007	12.660	10.358	10.607	9.179
3	12.463	15.281	16.237	16.581	19.855	15.470	14.098	11.781	10.691	11.044	8.307
4	13.531	15.414	14.877	18.850	19.544	14.767	14.805	12.179	10.986	10.464	8.252
5	13.295	14.859	16.305	19.600	17.566	15.505	13.326	12.121	10.967	9.905	8.833
6	13.910	15.805	19.350	17.737	17.080	14.176	12.512	12.376	10.567	9.697	8.917
7	14.669	15.617	17.962	16.412	15.823	14.242	13.002	12.352	10.574	9.445	8.029
8	14.628	14.195	17.207	15.595	15.715	14.541	13.447	10.876	9.390	8.914	8.479
9	12.576	14.955	19.078	16.998	16.095	15.402	13.467	11.169	10.050	9.176	9.038
10	13.286	17.374	17.432	16.083	16.141	14.986	12.948	11.374	10.595	10.260	8.836
11	15.564	16.919	18.357	15.576	16.693	14.650	13.774	12.317	11.759	9.512	8.617
12	15.200	18.814	17.110	16.895	17.717	15.812	13.540	12.529	11.764	9.050	8.252
13	16.229	17.283	16.086	17.088	15.874	15.405	14.017	12.955	10.064	8.809	8.593
14	15.195	15.183	18.412	14.738	16.193	15.531	12.948	11.857	10.376	9.569	9.040
15	13.566	16.331	16.807	16.088	16.309	15.109	14.264	11.814	11.098	9.778	9.314
16	14.056	14.800	16.207	16.062	16.448	14.788	12.959	14.236	12.538	9.405	9.345
17	13.405	16.150	18.093	16.702	16.179	14.262	13.098	13.867	12.352	11.560	9.600
18	15.249	17.974	16.993	18.674	14.755	14.407	14.667	13.533	15.186	10.155	8.909
19	16.805	17.479	18.226	16.048	16.309	15.721	14.983	15.724	12.102	9.364	9.998
20	16.559	18.405	17.505	18.243	14.962	15.774	15.621	12.564	11.721	10.779	10.110
21	17.990	16 488	16.867	17.681	16.252	15.259	14.255	12.605	12.226	10.683	9.919
22	15.343	15.872	17.498	17.193	14.850	13.186	12.859	11.352	13.117	11.012	8.467
23	14.426	15.879	18,452	15.000	13.609	13.695	13.260	12.593	13.393	9.419	9.036
24	13.121	17.926	16.550	14.836	17.260	13.552	11.574	12.948	10.509	11.276	9.300
25	15.045	15.574	15.714	17.931	14.571	12.169	14.564	11.528	12.364	10.155	9.400
26	13.450	15.481	15.405	15.502	14.362	14.898	14.517	13.040	11.972	9.781	9.200
Mittel	14.439	16.063	17.108	16.675	16.324	14.759	13.654	12.519	11.445	9.965	9.018

Tafel I (3. Fortsetzung).

Gruppen zu 27 Tagen.

Tage	1891	1892	1893	1894	1895	1896	1897	1898	1899	1900	1901
1	11'638	18'278	16'610	14'700	15'727	14'007	11'966	13'100	10'934	11'339	8'049
2	12.534	16.229	16.983	15.573	14.683	16.773	12.310	16.441	11.693	11.237	8.532
3	14.195	15.027	16.964	17.054	16.005	16.083	14.730	15.571	12.585	9.905	9.195
4	14.427	16.542	18.678	15.380	17.371	17.739	15.210	14.154	10.390	9.776	9.249
5	16.365	18.422	18.432	16.107	20.219	16.154	14.205	12.571	12.463	9.329	8.910
6	12.468	14.922	15.456	16.720	20.225	16.071	14.066	11.795	10.927	9.693	8.707
7	12.683	14.551	19.083	18.569	19.207	14.144	12.788	13.012	10.146	8.893	8.115
8	16.281	14.390	17.315	18.888	16.385	14.120	11.766	12.690	9.564	9.229	8.983
9	13.881	16.676	20.227	17.144	16.575	13.055	12.505	10.939	11.798	8.771	9.137
10	16.983	18.805	16.308	16.341	14.440	13.120	11.798	11.268	10.964	9.100	9.059
11	13.795	16.590	14.912	14.710	14.466	12.559	13.393	12.498	9.827	10.381	8.327
12	13.466	15.510	16.429	15.337	15.654	13.368	12.854	13.112	10.415	10.020	9.046
13	15.773	13.793	15.993	16.547	14.320	14.300	12.207	12.054	12.788	9.788	9.454
14	14.893	12.778	17.471	17.078	14.456	13.551	12.741	12.476	12.661	8.515	9.156
15	18.032	14.302	15.627	17.166	15.812	13.237	15.925	12.698	13.973	9.337	8.837
16	15.347	15.261	15.776	16.407	19.683	14.368	14.103	12 755	14 040	11.360	9.203
17	13.833	16.595	17.987	17.617	16.825	16.352	17.293	13.153	12.187	9.805	10.385
18	15.744	17.950	21.873	17.002	16.395	18.053	16.007	11.687	11.593	11.643	9.987
19	17.210	16.013	15.605	19.565	16.710	17.970	15.625	12.860	10.808	10.203	9.947
20	13.828	14.225	15.080	19.472	18.150	17.726	14.122	11.233	12.413	9.550	9.200
21	13.705	18.638	16.138	18.536	15.630	14.215	13.065	11.630	11.680	8.733	9.546
22	13.003	16.345	18.860	15.936	15.053	14.498	14.082	10.430	10.673	9.510	8.497
23	14.610	19.450	20.060	16.213	14.197	14.095	13.570	12.153	10.682	10.195	8.670
24	14.490	15.028	17.033	14.508	13.328	12.848	12.090	11.823	11.193	9.858	8.983
25	13.318	14.055	17.300	14.575	15.195	13.673	13.270	10.838	12.090	9.510	9.331
26	12.612	16.848	14.208	16.275	16.655	13.113	14.000	11.177	10.482	11.350	8.975
27	11.990	16.443	15.241	14.233	17.258	13.405	13.147	13.745	9.995	12.148	8.070
Mittel	14.337	16.062	17.098	16.580	16.319	14.763	13.661	12.513	11.443	9.970	9.020

Tafel I (4. Fortsetzung).

Gruppen zu 28 Tagen.

Tage	1891	1892	1893	1894	1895	1896	1897	1898	1899	1900	1901
1	14'035	16'560	19'523	17'277	14'090	13'885	12'420	13'650	11'350	10'147	8'650
2	14.390	17.907	18.007	14.302	15.142	13.365	13.570	13.975	10.160	8.958	8.657
3	17.033	16.208	18.678	15.722	15.498	13.640	18.125	12.103	9.835	9.675	8.465
4	15.810	15.680	16.220	16.188	15.623	18.120	16.880	10.869	10.218	9.190	8.118
5	13.197	15.798	18.959	15.052	20.818	19.313	14.364	10.972	9.369	8.472	9.082
6	14.587	18.336	17.998	18.390	21.216	18.733	13.885	10.644	8.869	10.028	8.977
7	15.957	15.882	17.241	20.259	18.026	15.613	12.921	10.577	10.815	9.100	8.713
8	14.249	15.736	18.928	16.913	18.180	15.061	12.721	11.357	10.357	9.605	9.185
9	14.118	15.559	18.941	16.726	18.131	15.439	13.036	12.351	10.451	10.093	8.597
10	12.921	15.682	16.108	17.713	18.077	14.661	13.118	11.367	10.969	9.403	8.895
11	13.713	15.898	17.754	17.980	16.508	16.493	14.962	11.698	10.133	9.539	10.103
12	14.182	16.213	18.049	16.100	18.050	13.329	14.180	11.359	11.254	10.482	9.723
13	14.918	16.308	17.280	16.987	17.282	15.766	13.249	13.326	12.190	9.818	9.318
14	14.374	15.718	17.080	15.911	16.813	13.910	12.115	12.836	12.433	9.798	8.464
15	13.982	15.257	16.600	14.548	14.782	12.780	13.887	13.010	12.462	11.015	8.344
16	14.314	16.297	17.697	14.097	13.013	15.085	12.416	13.618	13.375	11.098	9.090
17	16.074	19.270	16.864	14.718	13.834	13.992	14.274	13.934	13.782	10.705	8.603
18	18.682	17.808	15.203	15.195	14.603	15.384	15.136	14.649	15.600	10.439	8.939
19	17.871	16.198	14.058	15.874	17.171	16.311	12.864	15.734	15.257	10.105	11.495
20	15.835	16.010	14.041	17.290	16.880	14.544	13.300	16.346	12.972	11.498	8.928
21	13.903	14.482	16.062	17.823	16.798	13.821	14.951	13.264	11.918	9.185	8.833
22	12.574	14.867	16.782	18.593	14.629	13.608	14.816	12.285	11.154	8.987	8.808
23	13.367	15.621	17.000	16.344	16.049	13.323	13.028	11.785	10.407	9.392	8.964
24	13.490	16.023	15.323	17.820	15.930	12.539	12.244	10.567	10.469	10.457	8.713
25	13.859	14.969	16.469	17.869	14.300	13.282	12.610	12.116	10.398	10.098	8.903
26	12.449	14.333	18.513	15.674	15.033	13.031	12.287	11.587	10.546	10.551	9.733
27	11.990	14.403	17.141	17.077	14.798	12.780	12.921	12.056	11.549	10.644	9.215
28	12.303	16.526	15.595	15.772	15.990	13.105	11.908	12.459	12.177	10.585	9.021
Mittel	14.435	16.055	17.093	16.579	16.331	14.675	13.650	12.534	11.445	9.967	9.019

Tafel II.

Konstanten der Gleichungen:

$$y = b_0 + b_1 \sin\left(v + \frac{360}{T}\,x\right).$$

Jahr	Gruppe	b_0	b_1	v	Jahr	Gruppe	b_0	b_1	v
	24 Tage	14'434	0'3401	214°40'3		24 Tage	16'324	1'2491	166° 22'0
	25 »	14·428	0·5843	283 2·2		25 »	16·328	0·3156	329 7·9
1891	26 »	14·439	1·1084	230 23·3	1895	26 »	16·324	0·8523	71 6·3
	27 »	14·337	1·4349	175 28·7		27 »	16·319	0·6999	70 31·9
	28 »	14·435	0·7126	177 22·4		28 »	16·331	1·5836	179 50·3
	24 Tage	16·052	0·4573	103 3·5		24 Tage	14·761	0·8920	17 45·6
	25 »	16·057	0·2805	109 50·5		25 »	14·758	1·0139	27 50·5
1892	26 »	16·063	1·0573	218 9·2	1896	26 »	14·759	0·6548	128 39·0
	27 »	16·062	0·6650	332 7·5		27 »	14·763	0·4469	293 0·5
	28 »	16·055	0·3175	139 19·5		28 »	14·675	1·4942	78 39·7
	24 Tage	17·074	1·4004	137 51·8		24 Tage	13·660	1·0485	319 37·5
	25 »	17·104	0·4710	118 23·2		25 »	13·654	1·0655	63 37·6
1893	26 »	17·108	0·6768	170 14·2	1897	26 »	13·654	0·1156	248 45·9
	27 »	17·098	0·0638	57 19·5		27 »	13·661	0·8098	137 54·3
	28 »	17·093	1·3346	64 4·7		28 »	13·650	0·3463	73 11·5
	24 Tage	16·583	0·8338	180 1·4		24 Tage	12·522	0·5496	222 55·8
	25 »	16·592	0·6465	278 24·1		25 »	12·515	1·0472	171 54·5
1894	26 »	16·675	0·1831	26 57·1	1898	26 »	12·519	0·5345	247 9·0
	27 »	16·580	0·8377	350 36·5		27 »	12·513	0·7444	46 6·8
	28 »	16·579	0·3845	30 51·5		28 »	12·534	1·2827	231 24·1

Jahr	Gruppe	b_0	b_1	v
	24 Tage	11'439	0'2152	102° 59'4
	25 »	11·447	1·3866	326 53·8
1899	26 »	11·445	1·2236	273 20·7
	27 »	11·443	0·8400	203 34·5
	28 »	11·445	1·7375	225 45·0
	24 Tage	9·967	0·1298	300 29·0
	25 »	9·964	0·4569	92 19·6
1900	26 »	9·965	0·4379	273 26·7
	27 »	9·970	0·6157	308 14·7
	28 »	9·967	0·4745	229 27·0
	24 Tage	9·017	0·4190	24 1·7
	25 »	9·019	0·3404	245 29·5
1901	26 »	9·018	0·6739	255 20·0
	27 »	9·020	0·4456	215 7·5
	28 »	9·019	0·2225	210 42·9

Tafel III.

Bestimmungsgleichungen zur Berechnung der Konstanten der Formel:

$$A = \alpha + \beta\,(T-25) + \gamma\,(T-25)^2.$$

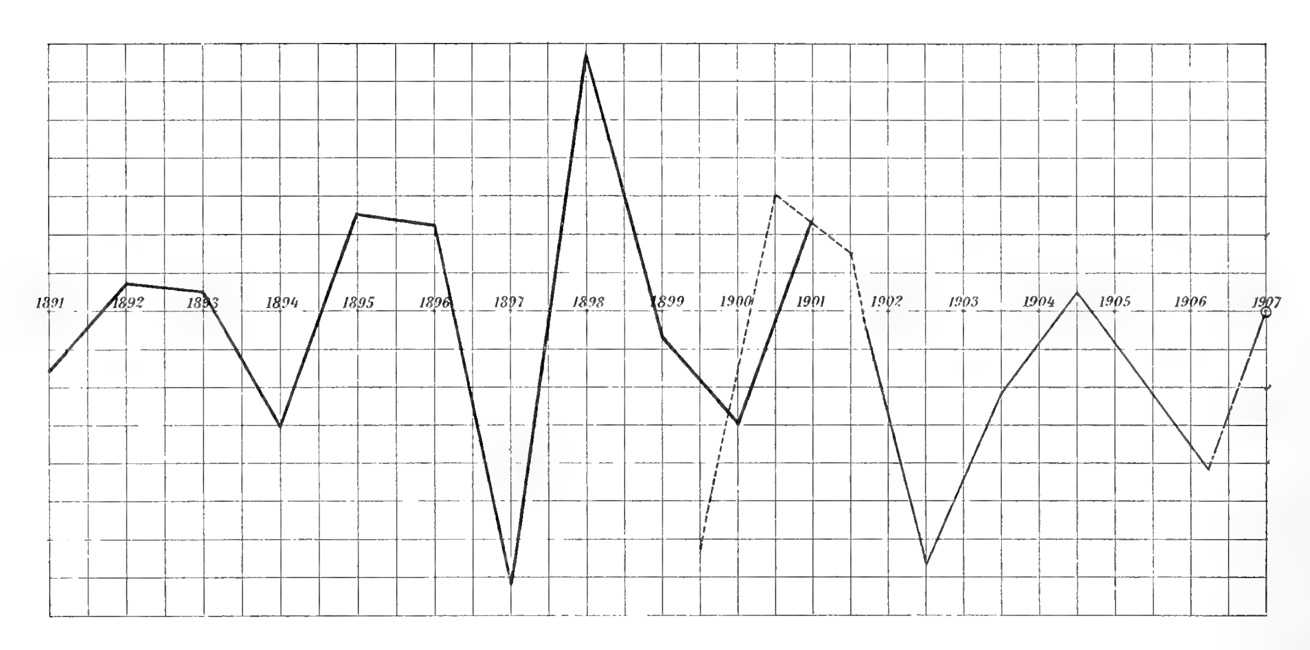
	1891	1892	1893	1894	1895	1896	1897	1898	1899	1900	1901
$\alpha - \beta + \gamma =$	0·3401	0·4573	1·4004	0·8338	1·2491	0·8920	1·0485	0·5496	0·2152	0·1298	0·4190
$\alpha =$	0·5843	0·2805	0·4710	0·6465	0·3156	1·0139	1·0655	1·0472	1·3866	0·4569	0·3404
$\alpha + \beta + \gamma =$	1·1084	1·0573	0·6768	0·1831	0·8523	0·6548	0·1156	0·5345	1·2236	0.4379	0·6739
$\alpha + 2\beta + 4\gamma =$	1·4349	0·6650	0·0638	0·8377	0·6999	0·4469	0·8098	0·7444	0·8400	0·6157	0·4456
$\alpha + 3\beta + 9\gamma =$	0·7126	0·3175	1·3346	0·3845	1·5836	1·4942	0·3463	1·2827	1·7375	0·4745	0·2225

Werte der Konstanten α, β und γ, sowie der Amplitude A.

Jahr	α	β	γ	A
1891	+ 0·8287	+ 0·46389	− 0·15217	1·182
1892	+ 0·6529	+ 0·22628	− 0·10789	0·672
1893	+ 0·5874	− 0·56554	+ 0·25583	0·275
1894	+ 0·6060	− 0·15448	+ 0·04187	0·463
1895	+ 0·6244	− 0·31543	+ 0·21038	0·507
1896	+ 0·6958	− 0·22226	+ 0·14300	0·607
1897	+ 0·7944	− 0·26360	+ 0·04879	0·438
1898	+ 0·6579	+ 0·00148	+ 0·05743	0·658
1899	+ 1·1719	+ 0·93214	− 0·34117	1·809
1900	+ 0·3920	+ 0·19062	− 0·05303	0·563
1901	+ 0·5298	+ 0·09276	− 0·06077	0·565

Graphische Darstellung der Rotationsgeschwindigkeiten.

1° = 50 *mm*; 1 Jahr = 10 *mm*.



——— magnetische Reihe, Potsdam.

——— spektroskopische Reihe, Edinburg.

- - - - - spektroskopische Reihe, Upsala.

⊙ spektroskopische Reihe, Mt. Wilson.

UNTERSUCHUNGEN

ÜBER DIE

VERÄNDERLICHKEIT DER JÄHRLICHEN NIEDERSCHLAGSPERIODE

IM GEBIETE

ZWISCHEN DER DONAU UND NÖRDLICHEN ADRIA

VON

DR. MED. FRITZ KERNER v. MARILAUN.

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 2. APRIL 1908.

In den Fällen, in welchen man vom Aneinanderstoßen zweier verschiedener klimatischer Regime spricht, handelt es sich meist um ein wechselweises gegenseitiges Übergreifen derselben und die Grenze selbst entspricht der Linie, längs welcher sich jene Übergriffe an Zahl und Größe die Wagschale halten. Die Darstellung des Herrschaftsbereiches eines klimatischen Regimes bleibt demzufolge unvollkommen, sofern sie nur auf Mittelwerte gestützt wird; ein vollständiges Bild des Phänomens gewinnt man erst durch Kenntnis jener Grenzen, bis zu welchen es fallweise über die Umrandung seiner durchschnittlichen Geltungssphäre hinausgreift oder sich hinter diese zurückzieht.

In besonderem Maße gilt das eben Gesagte von der jährlichen Periode der Niederschläge. Wo sich zwei Gebiete mit vorwiegenden Niederschlägen in entgegengesetzten extremen Jahreszeiten nahe treten, kann abnormerweise in jedem derselben das Maximum der Niederschläge in die normale Regenzeit des anderen fallen. Durch die Absteckung der Grenzen des Übergangsgebietes mit Äquinoktialregen wird der Schauplatz jener gegenseitigen Übergriffe keineswegs schon räumlich festgelegt. Es kann auch noch in einer Region, für welche sich im langjährigen Mittel ein regenarmer Sommer ergibt, ein Monat dieser Jahreszeit abnormerweise relativen Regenreichtum aufweisen und umgekehrt in Ausnahmsfällen in einem Gebiete mit kontinentalem Regenregime ein Sommermonat verhältnismäßig arm an Niederschlägen sein.

Die Größen- und Formänderungen des Geltungsbereiches eines Niederschlagsregimes in ihrer Gesamtheit darzustellen, würde auf Schwierigkeiten stoßen, da die einzelnen Teilstücke der Umgrenzung als Klimascheiden ungleichwertig sind. Man wird sich meist darauf beschränken müssen, die Verschiebungen, welche die Umgrenzungslinie nach den verschiedenen Seiten hin erfährt, getrennt für sich zu

untersuchen. Am günstigsten hiefür ist ein solches Teilstück der Umgrenzung, wo ein Regenregime an ein entgegengesetztes stößt.

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit den Verschiebungen, welche die Grenzlinie zwischen dem gemäßigt kontinentalen Niederschlagsregime von Zentraleuropa und dem Regime der Winterregen des Mediterrangebietes in jener Region erfährt, wo das Mittelmeer am weitesten gegen den Rumpf Zentraleuropas vordringt, im nördlichen Randgebiet der Adria.

Die Veränderlichkeit der jährlichen Niederschlagsperiode ist eine bisher verhältnismäßig wenig betrachtete Erscheinung. Es mag das wohl darin begründet sein, daß sie an sich kein größeres praktisches Interesse zu erregen vermag. Die große agrikulturelle Bedeutung, welche ihr in Verbindung mit der Niederschlagshöhe zukommt, gelangt aber in den Untersuchungen über die Schwankungen der Monatssummen des Regenfalles schon zu gebührender Würdigung. In klimatologischer Hinsicht verdienen aber die Wechsel der jährlichen Regenverteilung an einzelnen Orten und die Wechsel in der Verbreitung bestimmter Regenverteilungen gewiß volle Beachtung.

Die vielen Beziehungen, welche zwischen den verschiedenen klimatischen Faktoren bestehen, sollten es begründen, daß jeder von ihnen stets in seinem Zusammenhange mit den anderen klargelegt werde. Die Durchführung dieser Forderung würde aber oft schon an äußeren Umständen (Zeitmittel, Arbeitsbehelfe) scheitern, so daß statistische Spezialarbeiten über einzelne klimatische Elemente wohl nicht sobald aus der Fachliteratur verschwinden dürften. Die Veränderlichkeit der jährlichen Niederschlagsverteilung wäre zunächst mit den aperiodischen Variationen des Luftdruckes zu vergleichen; in zweiter Linie kämen die Abweichungen vom mittleren jährlichen Gange der Bewölkung und der Luftfeuchtigkeit zum Vergleiche in Betracht. Wenn hier dennoch eine Beschränkung auf das Hauptthema stattfand, so war hiefür der Umstand maßgebend, daß eine Ausdehnung der Untersuchung auf die eben genannten Phänomene den Arbeitsstoff außerordentlich vergrößert und die Bewältigung desselben unverhältnismäßig weit hinausgeschoben hätte.

Das Beobachtungsmaterial.

Bei dem Bestreben, das für die geplante Untersuchung nötige Beobachtungsmaterial zu beschaffen, ergab sich zunächst ein bekannter Übelstand: bei Beschränkung auf Stationen mit langjähriger Funktionsdauer erhält man ein zu weitmaschiges Netz und ein engmaschiges läßt sich nur mit Einbeziehung kurzer Beobachtungsreihen gewinnen. Wenn nur Mittelwerte abzuleiten sind, ist diesem Übelstand durch Reduktion der kurzen Reihen auf lange abzuhelfen, wobei der Erfolg allerdings von der Art des untersuchten Elementes und von der Güte der Reduktionsmethode abhängt. Sind aber aperiodische Veränderungen eines klimatischen Faktors zu vergleichen, so kommt das vorliegende Beobachtungsmaterial nur insoweit in Betracht, als es ununterbrochene und gleichzeitige vieljährige Reihen darstellt. Es handelt sich dann darum, die Wahl der Anzahl der Stationen und der Zahl der Messungsjahre so zu treffen, daß beide Werte möglichst groß ausfallen.

Am weitesten reichen in dem für die Untersuchung in Betracht gezogenen Gebiete die Messungen des Regenfalles in Klagenfurt zurück (bis 1813); auch in Triest und Salzburg sind die Beobachtungen seit langer Zeit im Gange (seit 1841, beziehungsweise 1847); etwas später traten Lesina (1858) und Bad Gastein (1859) in die Reihe der meteorologischen Stationen ein. Diese fünf Stationen schienen noch nicht ausreichend, um das Ineinandergreifen des süddeutschen und adriatischen Regimes der Niederschläge klarzustellen. Es war zwischen Klagenfurt und Triest zumindest eine, zwischen Triest und Lesina ein Paar von Stationen einzuschalten; dann war es aber nicht zu vermeiden, daß der verwertbare Beobachtungszeitraum eine Abkürzung erlitt. In Pola begannen die Regenmessungen im Jahre 1863, in Görz erst 1869; gerade letztere Station schien aber ihrer Lage wegen unentbehrlich und durch andere in den sechziger Jahren dem Beobachtungsnetze angegliederte südalpine Stationen nicht ersetzbar.

Die durch Aufnahme der Station Görz bedingte Einschränkung auf einen 36-jährigen[1] Zeitraum war wohl die äußerste, noch statthafte. Es mußte deshalb auf eine Ausfüllung der großen Lücke zwischen Pola und Lesina verzichtet werden, so schwer dieser Entschluß auch schien. Von den nordadriatischen Inseln und dem sie begleitenden Küstenstriche gibt es nämlich keine einzige sehr weit zurückreichende lückenlose Beobachtungsreihe. Es ist bezeichnend für die kulturelle Rückständigkeit Dalmatiens, daß weder Zara, die politische Kapitale, noch Spalato, der volkreichste Platz und das kommerzielle Zentrum dieses Landes, vieljährige ununterbrochene Beobachtungen aufweisen können, während in den alpinen Kronländern doch wenigstens die Hauptstädte und nächstgrößten Orte seit den Zeiten der Entwicklung des österreichischen Netzes meteorologische Daten liefern. Aber auch in Lussin begannen die Aufzeichnungen des Regenfalles erst im vorletzten Dezennium des verflossenen Jahrhunderts.

Das wohlbegründete Postulat, eine die Veränderlichkeit der Regenperiode betreffende Studie auf keinen kürzeren als ungefähr 40-jährigen Zeitraum zu basieren, zwang somit zu einer Beschränkung auf die vorbezeichneten Stationen. Bilden dieselben auch nur eine wenig gliedrige Reihe, so können sie doch als Repräsentanten der wichtigsten orographischen Positionen des in Betracht gezogenen Gebietes gelten:

Salzburg = Nordrand der Alpen
Gastein = Nordfuß der Zentralalpen
Klagenfurt = Südfuß der Zentralalpen
Görz = Südrand der Alpen
Triest = Nordufer der Adria
Pola = Südspitze von Istrien
Lesina = mitteldalmatische Inselwelt.

Als Ergänzungsstation im Übergangsgebiete wurde noch Laibach einbezogen.

Die Forderung, daß die verwerteten Beobachtungsreihen auch alle homogen seien, durfte bei dem Umstande, daß schon dem vereinten Postulate ihrer Kontinuität, Gleichzeitigkeit und genügenden Länge nur knapp entsprochen werden konnte, nicht erhoben werden. Einer Prüfung in Bezug auf Homogenität wurden die Reihen daher nicht unterzogen.

Die folgenden Tabellen enthalten für die eben genannten acht Stationen die relativen Monatsmengen des Niederschlages in den Jahren 1869 bis 1904. Die größte Monatsmenge jedes Jahrganges ist durch fetten Druck hervorgehoben, die kleinste durch ein Sternchen bezeichnet.

---

[1] Da die offizielle Publikation der Beobachtungsergebnisse eines Jahrganges mehr als ein Jahr nach demselben zu erfolgen pflegt und der Abschluß der Rechnungsgrundlagen dieser Arbeit lange vor Beendigung der Arbeit selbst stattfand, ist der Jahrgang 1904 der letzte hier noch einbezogene.

Relative Monatsmengen des Niederschlages in den Jahren 1869—1904.

Jahr	Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
						Salzburg						
1869	4·5	1·9*	4·8	9·2	11·1	8·7	16·8	**17·0**	2·8	6·0	11·9	5·3
1870	6·8	1·5*	8·9	4·6	3·9	7·9	7·1	**19·6**	11·1	11·3	9·8	7·5
1871	1·6*	4·6	4·9	13·1	12·3	15·6	**20·5**	11·9	3·6	5·9	3·7	2·3
1872	1·9*	2·6	3·5	6·5	7·5	15·8	**19·1**	17·0	10·6	2·2	5·6	7·7
1873	1·4*	5·6	4·5	11·3	**18·9**	13·7	6·5	11·7	12·1	4·3	6·1	3·9
1874	2·8*	6·0	7·9	6·8	**18·7**	10·2	12·2	8·0	5·4	3·2	9·9	8·9
1875	4·6	3·9	7·6	1·8*	8·0	12·6	**19·2**	10·5	12·1	9·9	5·3	4·5
1876	4·3	10·6	11·7	8·8	6·1	**12·2**	11·3	9·7	8·0	1·7*	9·7	5·9
1877	4·5	9·9	6·2	11·9	6·9	5·8	**16·3**	14·1	10·6	2·8*	4·3	6·7
1878	6·3	3·1*	7·7	7·0	12·9	8·5	**15·0**	14·4	9·8	6·3	5·1	3·9
1879	1·9*	4·5	4·4	8·2	9·0	12·3	16·2	**18·5**	4·4	7·0	7·5	6·1
1880	2·4	2·3*	3·3	6·8	10·1	12·8	7·0	**25·3**	8·7	8·1	3·5	9·7
1881	1·7	1·6*	4·5	7·3	16·3	**16·5**	14·1	9·6	15·1	5·9	4·6	2·8
1882	1·8	1·5*	4·0	4·6	8·6	10·4	16·1	**20·7**	8·4	6·8	7·5	9·6
1883	5·7	3·8	3·7*	4·2	6·7	**22·1**	11·8	9·4	11·4	4·9	3·9	12·4
1884	8·2	1·8*	3·5	5·6	5·0	**22·5**	14·7	5·7	9·0	14·8	2·2	7·0
1885	1·0*	3·5	6·6	1·8	9·0	8·9	**18·2**	10·7	12·0	10·9	6·3	11·1
1886	3·8	1·2*	4·9	8·6	6·4	21·3	10·6	**22·4**	9·2	2·6	3·4	5·6
1887	0·9*	1·4	7·9	3·7	**20·7**	6·1	9·8	15·8	8·3	10·8	5·3	9·3
1888	9·4	3·3	4·9	7·5	8·4	12·6	**17·0**	14·8	12·9	4·4	3·8	1·0*
1889	1·4*	9·0	5·5	7·0	7·0	13·8	**17·0**	12·8	14·1	5·3	4·1	3·0
1890	3·6	0·4	2·0	7·7	8·7	14·8	**17·6**	14·8	14·3	6·6	9·2	0·3*
1891	2·3*	2·3*	5·0	6·7	8·9	9·0	**27·0**	12·0	9·7	3·2	3·2	10·7
1892	6·8	6·0	1·1*	6·0	3·6	**25·8**	15·2	6·3	17·0	5·9	3·6	2·7
1893	4·4	9·0	4·5	1·2*	**21·6**	8·8	14·9	2·2	11·4	11·1	8·7	2·2
1894	1·3*	4·1	5·9	6·9	11·8	12·9	11·8	**21·7**	10·0	7·8	2·0	3·8
1895	2·4	1·1*	7·2	3·9	12·4	**17·0**	12·2	14·6	2·0	10·9	2·8	13·5
1896	3·1	1·2*	12·5	13·0	12·9	10·5	10·1	**20·3**	11·7	1·4	1·8	1·5
1897	0·7*	8·2	7·3	6·4	19·4	11·8	**23·2**	6·9	8·6	4·0	2·2	1·3
1898	4·0	7·6	5·5	7·1	11·8	13·2	**19·3**	11·0	4·6	7·2	3·5*	5·2
1899	6·1	2·5	2·2*	10·9	9·4	10·9	13·7	7·2	**25·6**	4·2	3·0	4·3
1900	9·1	5·2	6·2	7·3	11·0	13·4	**16·4**	7·5	5·3	7·2	3·8*	7·6
1901	3·2	1·2*	4·3	15·0	4·1	15·5	15·3	**20·4**	5·0	5·3	4·0	6·7
1902	4·0	1·1	10·2	4·7	13·8	16·1	**17·1**	9·9	5·7	10·6	0·6*	6·2
1903	3·1	2·7	2·5	9·1	5·0	7·1	**24·1**	23·8	6·6	7·4	7·3	1·3*
1904	0·8*	5·2	4·1	8·7	9·4	**13·3**	11·8	12·0	10·6	11·3	7·1	5·7

Relative Monatsmengen des Niederschlages (1. Fortsetzung).

Jahr	Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
						Gastein						
1869	3·5*	4·4	4·3	7·7	5·9	10·7	8·0	12·9	6·7	12·0	5·3	**18·6**
1870	4·6	0·4*	6·3	6·8	4·5	12·2	10·8	**16·8**	8·5	10·6	11·7	6·8
1871	5·8	2·5	8·0	6·6	11·5	12·1	**20·8**	14·8	5·6	4·2	6·5	1·6*
1872	2·4	1·6*	5·7	6·0	7·5	10·3	9·3	**17·0**	9·5	8·3	6·5	15·9
1873	2·6	4·8	3·2	10·2	7·3	5·1	10·2	15·5	**16·6**	13·5	10·0	1·0*
1874	3·2	6·8	3·7	3·1*	6·5	10·2	15·3	**23·1**	4·5	3·1*	9·0	11·5
1875	5·6	3·6	4·1	2·7*	8·7	**15·4**	9·9	14·8	7·7	15·3	8·7	3·5
1876	3·7	10·9	11·8	7·4	9·6	8·3	12·0	**15·4**	11·5	1·0*	3·8	4·6
1877	3·2	8·6	3·0	9·6	6·6	10·5	13·5	**18·7**	13·4	1·8*	5·3	5·8
1878	5·2	0·4*	7·4	3·5	13·0	10·2	13·2	8·2	**13·7**	7·9	**13·7**	3·6
1879	1·7*	6·6	3·3	8·7	7·7	11·6	**22·6**	9·3	6·1	5·9	12·0	4·5
1880	2·7	6·9	3·7	4·8	12·2	10·2	12·5	**14·0**	11·4	2·1*	7·7	11·8
1881	2·1	1·9*	8·6	8·4	10·5	12·2	11·3	14·1	**15·5**	10·9	1·9*	2·6
1882	0·6*	1·3	2·5	4·6	7·0	**19·4**	14·3	16·3	8·6	9·1	6·9	9·4
1883	5·0	2·5*	5·3	3·5	7·6	14·4	**19·2**	12·2	11·9	6·0	3·1	9·3
1884	3·8	1·0	3·0	8·5	5·5	18·2	**20·3**	9·7	8·1	14·2	0·9*	6·8
1885	1·9*	4·6	7·9	3·1	11·3	7·2	10·5	**14·7**	13·1	11·2	9·0	5·5
1886	4·4	1·5*	2·5	9·8	6·0	13·7	9·9	**19·2**	7·0	7·3	5·8	12·9
1887	1·2*	3·8	4·3	3·9	**20·0**	5·0	11·2	19·0	8·7	3·7	12·2	7·0
1888	3·3	6·9	11·5	5·3	7·5	13·7	14·2	7·7	**16·6**	10·0	1·9*	1·4
1889	1·3*	6·7	4·6	5·3	3·0	5·0	15·4	**20·5**	9·0	19·7	6·4	3·1
1890	2·1	0·4*	3·6	8·6	5·4	13·6	14·4	**24·7**	4·2	8·4	10·3	4·3
1891	3·6	1·0*	6·0	5·1	11·4	7·8	**18·9**	15·1	10·1	6·0	5·4	9·6
1892	6·5	8·3	3·4	13·0	6·6	13·8	**18·2**	5·0	16·5	5·0	2·3	1·4*
1893	9·0	8·0	4·5	2·1	11·8	12·3	**15·1**	6·5	8·6	9·2	11·1	1·8*
1894	0·7*	7·0	4·7	9·1	12·3	12·1	**15·3**	15·0	10·2	7·9	2·5	3·2
1895	4·9	1·4*	10·4	7·6	5·6	6·6	16·1	15·2	2·8	**20·6**	1·5	7·3
1896	3·6	1·2	10·9	7·3	3·5	5·0	10·8	**19·0**	8·6	16·4	1·1*	2·6
1897	2·5	5·4	8·2	6·9	15·2	11·1	**17·4**	13·9	10·1	4·6	1·1*	3·6
1898	0·8*	12·5	8·4	2·7	10·0	14·5	**16·0**	10·5	3·4	7·8	10·3	3·1
1899	10·9	4·1	2·1	12·9	9·6	9·9	10·9	6·3	**20·1**	1·8	1·3*	10·1
1900	7·9	6·2	6·4	8·3	10·1	**16·1**	13·4	12·3	3·2	6·1	7·9	2·1*
1901	1·5*	4·1	7·0	8·0	8·8	**15·5**	13·7	12·9	10·0	3·8	6·9	7·8
1902	6·6	4·9	6·0	4·3	14·5	9·0	13·2	**14·6**	7·3	9·3	0·9*	9·4
1903	5·8	0·9*	4·2	6·1	5·3	8·8	14·4	13·3	**16·2**	9·9	6·8	8·3
1904	1·2*	6·9	3·7	8·0	7·8	9·1	8·2	**16·3**	9·7	9·4	12·2	7·5

Relative Nonatsmengen des Niederschlages (2. Fortsetzung).

Jahr	Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
						Klagenfurt						
1869	1·3*	3·5	6·4	5·4	5·8	11·3	6·7	11·0	9·4	**21·2**	2·2	15·8
1870	3·7	1·1*	5·1	4·8	6·2	13·7	10·7	12·2	4·0	**15·0**	14·1	9·4
1871	6·2	0·0*	8·2	6·3	12·8	**23·2**	10·7	5·4	11·3	3·8	8·8	3·3
1872	2·8	2·0*	8·4	11·0	2·2	12·3	3·6	11·7	10·1	9·5	**13·7**	12·7
1873	5·7	8·9	4·3	13·8	**18·6**	5·3	5·4	8·3	12·1	10·3	7·3	0·0*
1874	2·0*	3·0	2·3	3·7	12·8	16·3	**17·5**	11·6	5·6	4·3	4·1	16·8
1875	0·4*	3·7	2·3	1·7	14.2	12·3	14·6	16·1	3·1	**19·7**	8·4	3·6
1876	1·6*	4·1	9·3	10·3	**17·7**	6·3	10·9	12·1	13·6	2·5	2·8	8·8
1877	1·1	2·4	11·2	7·1	7·7	9·5	17·3	7·7	**17·8**	0·9*	8·4	8·9
1878	1·8	0·4*	5·5	3·4	11·4	5·4	15·8	6·0	15·1	12·4	**17·1**	5·7
1879	2·4*	8·9	3·1	8·8	11·0	6·8	**19·1**	10·0	10·5	10·0	6·2	3·2
1880	0·3*	5·9	1·2	5·2	14·6	13·8	13·8	**16·0**	8·5	6·0	13·2	1·5
1881	1·2*	2·4	6·1	8·2	6·6	9·6	14·6	**22·1**	13·3	11·4	1·5	3·0
1882	0·5*	0·9	5·4	4·7	5·0	15·0	11·1	**17·4**	11·7	15·1	7·3	5·9
1883	2·4	2·1	7·2	1·9*	8·7	9·9	15·6	6·6	14·5	**19·6**	6·7	4·8
1884	0·7	0·6*	1·7	6·6	11·8	15·2	14·7	**19·0**	8·2	13·3	0·9	7·3
1885	3·9	0·4*	6·8	6·3	12·3	10·5	1·4	15·0	14·2	**15·2**	10·4	3·6
1886	8·7	2·7	3·2	6·4	1·0*	13·3	7·5	14·4	11·7	12·0	3·8	**15·3**
1887	2·3	4·7	2·4	2·2*	14·1	7·0	9·2	15·6	5·5	12·1	**16·1**	8·8
1888	0·8*	3·5	14·0	3·3	4·8	15·6	**20·0**	4·7	12·7	17·5	1·0	2·1
1889	2·0*	2·8	6·2	8·1	2·3	5·6	16·0	17·3	10·6	**20·9**	6·1	2·1
1890	0·9*	1·0	3·5	13·4	7·0	9·3	15·1	10·0	6·4	13·8	**15·9**	3·7
1891	3·6	0·5*	5·7	7·2	11·1	3·6	18·3	**26·0**	10·6	8·8	4·0	0·6
1892	5·0	4·9	6·0	13·1	11·7	11·0	15·6	4·2	**19·7**	6·0	2·0	0·8*
1893	8·4	3·7	1·9	1·4*	8·7	18·3	**19·1**	2·1	12·7	5·0	13·1	5·6
1894	0·8	0·3*	4·1	8·1	12·3	10·8	6·7	**19·6**	13·4	9·9	10·6	3·4
1895	13·6	5·8	9·4	6·6	8·9	6·3	10·3	11·4	3·0	**16·1**	1·5*	7·1
1896	0·2*	3·7	3·8	2·2	10·4	12·2	8·0	**22·2**	7·7	18·8	3·2	7·6
1897	4·2	0·2*	4·2	5·2	**26·1**	13·3	11·4	14·1	6·8	5·4	1·7	7·4
1898	1·7*	7·7	7·4	5·3	6·6	**18·0**	16·1	8·8	9·8	7·7	8·2	2·7
1899	6·1	2·8	3·4	14·8	12·2	12·2	8·3	5·8	**19·1**	4·6	0·7*	10·0
1900	6·3	6·4	11·4	8·0	8·7	13·6	4·2	**14·8**	1·9	7·9	5·4	1·4*
1901	1·5*	4·2	10·9	8·1	7·4	**14·7**	10·6	8·9	13·8	4·8	5·9	9·2
1902	3·6	10·9	4·3	2·8	**20·9**	10·1	14·4	8·2	4·7	15·4	0 8*	3·9
1903	6·1	0·5*	3·1	6·8	4·6	7·6	11·9	7·1	11·3	14·7	11·2	**15·1**
1904	1·2*	**12·4**	5·8	6·8	11·1	12·2	9·6	9·7	9·9	8·9	6·4	6·0

Relative Monatsmengen des Niederschlages (3. Fortsetzung).

Jahr	Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
						Laibach						
1869	3·5*	4·8	7·6	5·4	3·7	12·5	3·9	8·1	10·5	**17·4**	5·4	17·2
1870	5·3	3·4	3·2	3·8	2·4*	12·7	7·3	16·4	4·5	**18·3**	12·3	10·4
1871	8·2	0·2*	8·7	4·0	12·2	**20·2**	8·0	8·1	6·6	8·9	12·7	2·2
1872	6·2	4·4	7·1	7·2	3·9*	9·9	6·5	11·6	10·0	**12·1**	10·2	10·9
1873	5·6	9·4	3·9	**19·4**	12·4	4·1	7·8	5·9	11·2	11·3	8·2	0 8*
1874	3·8*	3·9	4·1	4·2	10·2	13·3	12·1	9·2	7·6	7·7	4·8	**19·1**
1875	2·8	2·5	1·6*	3·5	11·5	7·7	17·2	13·8	4·7	**22·1**	9·5	3·1
1876	3·4	5·9	7·1	6·1	**22·6**	8·0	7·1	15·2	9·7	1·6*	4·6	8·7
1877	2·5	3·1	5·7	11·6	7·1	8·2	11·6	5·8	**22·2**	0·7*	12·1	9·4
1878	3·2	0·2*	6·8	3·6	6·7	8·6	13·7	9·1	11·7	13·2	**15·4**	7·8
1879	5·7	**18·2**	4·8	9·3	10·3	2·1*	12·0	7·2	3·4	9·3	10·9	6·8
1880	1·1	3·4	0·5*	4·4	8·6	9·1	9·6	**17·8**	10·0	12·6	**17·3**	5·6
1881	6·7	3·7	8·7	9·3	5·3	7·0	7·9	13·9	14·4	**18·5**	0·7*	3·9
1882	1·0*	1·6	8·1	5·9	4·0	12·6	7·4	14·7	12·4	**14·8**	10·9	6·6
1883	3·9	3·7*	10·4	6·3	7·9	7·0	13·3	3·7	13·9	7·4	**16 9**	5·6
1884	0·8*	2·3	4·2	12·8	6·1	**16·7**	15·5	13·0	4·5	7·3	3·7	13·1
1885	6·5	2·6*	5·6	6·9	11·7	8·6	2·8	14·9	9·4	**16·4**	10·6	4·0
1886	12·8	3·1	8·7	4·7	2·8*	**16·2**	4·7	12·8	5·5	8·5	7·5	12·7
1887	2·6	1·5*	8·7	3·5	9·0	9·6	6·9	7·4	6·8	**19·8**	13·2	11·0
1888	1·5*	5·9	14·8	4·7	4·3	**17·2**	16·5	4·8	8·9	15·4	2·8	3·2
1889	1·5*	6·7	1·5*	6·0	2·7	8·6	18·0	7·4	17·2	**19·7**	7·4	3·3
1890	1·5	0·6*	2·3	7·0	5·4	10·5	11·7	11·4	4·0	**24·7**	17·0	3·9
1891	4·5	0·4*	4·2	10·0	10·4	6·8	14·5	**17·7**	9·0	9·0	10·8	2·7
1892	13·6	8·4	6·5	**13·7**	8·1	8·1	12·5	4·2	8·8	10·4	1·8*	3·9
1893	6·3	6·0	1·2	1·1*	8·9	**18·6**	10·5	3·0	17·3	8·7	12·6	5·8
1894	2·0	1·4*	3·0	9·1	9·9	**14·6**	9·5	11·1	12·1	13·6	7·3	6·4
1895	11·4	8·3	9·8	6·2	7·0	5·3	7·0	10·0	3·2	**21·9**	2·4*	7·5
1896	0·4*	2·0	5·6	4·7	9·1	9·4	9·8	**20·2**	10·7	14·0	3·9	10·2
1897	9·0	3·0	7·6	4·9	15·9	9·5	**17·6**	9·7	10·1	4·2	2·1*	6·4
1898	2·9	7·0	9·8	7·8	5·7	14·4	**16·0**	3·4	7·2	14·7	8·3	2·8*
1899	7·5	2·5	6·9	14·0	16·2	7·9	5·0	7·0	**18·0**	7·1	1·4*	6·5
1900	7·8	6·2	9·5	7·3	10·0	**13·5**	6·3	10·3	2·1*	11·3	13·2	2·5
1901	2·3*	4·9	13·9	7·0	4·4	11·2	7·4	9·0	**15·6**	5·2	5·0	14·1
1902	5·5	**16·0**	6·4	4·8	11·0	11·3	12·2	5·3	6·8	15·4	2·9	2·4*
1903	5·2	2 6*	3·6	8·8	7·8	5·5	14·1	4·2	8·0	**15·4**	10·5	14·3
1904	2·3*	14·1	9·4	5·9	5·5	12·7	3·9	13·1	**15·3**	6·4	5·4	6·0

Relative Monatsmengen des Niederschlages (4. Fortsetzung).

Jahr	Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
Görz												
1869	2·7	2·6*	5·1	10·1	9·3	8·3	7·9	11·0	10·9	**14·3**	3·6	14·2
1870	8·2	3·8	2·3*	2·4	2·5	6·4	6·0	13·3	7·2	17·7	**18·4**	11·8
1871	11·1	0·5*	2·7	4·4	11·4	**29·4**	5·2	5·4	10·3	3·6	12·6	3·4
1872	9·7	5·4	8·9	5·4	8·0	7·3	1·9*	8·3	9·1	**17·3**	7·7	11·0
1873	9·9	5·3	3·5	9·8	12·9	8·7	5·6	8·1	10·2	**16·1**	9·2	0·7*
1874	3·2	5·1	3·3	8·6	11·1	12·0	11·3	5·5	8·9	8·4	1·4*	**21·2**
1875	2·6	0·3	0·1*	4·6	8·5	8·9	18·0	16·2	2·7	**24·3**	8·5	5·3
1876	4·7	6·1	10·0	7·9	**13·1**	12·9	8·0	7·0	9·2	1·7*	6·8	12·6
1877	3·1	3·0	14·1	8·9	13·4	7·5	13·2	3·2	**18·5**	1·5*	7·9	5·7
1878	2·1	0·1*	4·8	4·5	7·3	5·3	9·5	4·9	18·2	**19·7**	17·9	5·7
1879	6·8	**17·2**	8·6	14·7	5·4	6·2	7·0	12·3	3·6	7·6	7·8	2·8*
1880	0·0*	7·6	0·3	1·8	8·7	7·0	6·1	12·0	**19·8**	13·8	17·2	5·7
1881	5·1	1·5*	10·4	**14·4**	11·2	14·1	4·2	9·6	10·1	12·6	1·8	5·0
1882	0·7*	2·6	6·4	10·5	6·2	10·2	4·4	14·5	**16·9**	10·1	12·8	4·7
1883	2·1*	7·3	9·1	3·2	9·0	**16·7**	10·3	2·7	14·8	11·1	11·6	2·1*
1884	2·1	1·7	3·5	13·7	4·0	**24·5**	8·3	11·8	8·5	10·0	0·9*	11·0
1885	3·1	4·9	1·5*	6·4	10·4	10·9	3·0	15·9	11·3	**20·4**	10·1	2·1
1886	8·0	1·6*	4·3	3·8	2·7	**18·2**	4·2	4·7	9·0	17·1	9·3	17·1
1887	2·6	0·2*	11·0	1·5	17·5	3·6	2·9	8·2	10·8	15·6	**18·7**	7·4
1888	0·0*	8·1	16·4	3·7	3·1	17·5	**20·9**	5·5	7·8	8·3	4·7	4·0
1889	1·6*	3·8	6·8	8·2	4·2	8·6	9·1	7·5	10·7	**28·6**	6·8	4·1
1890	3·6	0·0*	9·8	5·7	11·6	13·5	10·1	6·1	2·2	**18·3**	11·9	7·2
1891	1·2	0·0*	9·7	10·7	11·6	7·6	10·7	9·9	4·3	10·6	**19·6**	4·1
1892	11·6	6·7	10·7	**19·3**	4·8	7·8	8·3	4·9	4·6	18·2	1·9	1·2*
1893	2·9	8·8	1·1*	1·8	10·3	17·1	8·4	4·6	**21·7**	5·3	12·2	5·8
1894	5·4	0·1*	2·3	9·8	**21·9**	9·8	9·0	10·5	6·7	12·9	7·3	4·3
1895	10·7	6·3	10·0	7·9	8·6	2·7	7·2	7·0	1·4*	**26·2**	2·3	9·7
1896	0·4*	0·6	5·2	2·4	9·7	11·9	5·0	15·0	9·8	**22·3**	8·4	9·3
1897	10·9	2·7	11·3	5·1	13·4	**15·0**	5·4	8·4	7·4	8·8	1·9*	9·7
1898	4·1	6·7	7·7	8·4	12·9	6·8	12·2	5·8	6·6	**14·2**	11·5	3·1*
1899	8·1	3·3	3·8	10·0	9·1	5·8	6·0	13·1	**19·1**	14·3	0·4*	7·0
1900	8·5	8·5	10·5	5·0	9·6	**16·2**	5·4	8·3	2·2*	8·2	13·2	4·4
1901	0·4*	4·1	**18·4**	5·7	5·4	5·2	10·4	7·4	16·2	6·0	4·3	16·5
1902	2·7	20·0	6·5	3·8	6·5	10·7	17·4	2·8	3·3	**21·6**	2·9	1·8*
1903	4·3	1·5*	1·6	6·0	8·5	14·8	8·6	4·0	8·7	11·9	12·8	**17·3**
1904	2·4	12·4	9·7	2·6	7·2	**19·2**	2·0*	12·6	16·6	2·7	6·6	6·0

Relative Monatsmengen des Niederschlages (5. Fortsetzung).

Jahr	Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
						Triest						
1869	4·5*	5·2	8·3	7·6	5·7	7·3	6·8	4·9	8·0	**20·8**	4·6	16·3
1870	8·9	2·7	0·6*	1·6	1·1	14·0	6·0	17·1	3·0	**21·7**	16·3	7·0
1871	7·6	1·2*	2·2	3·8	**27·8**	16·7	4·0	3·7	8·8	10·5	11·3	2·4
1872	5·6	4·4	6·0	5·0	3·9	10·6	2·6*	6·4	11·6	**23·0**	9·6	11·3
1873	6·8	6·1	3·8	13·2	7·0	9·4	5·3	1·8*	14·4	**21·1**	8·4	2·7
1874	5·0	7·1	3·4	4·0	13·5	12·1	12·9	13·1	1·9*	9·1	4·3	**13·6**
1875	2·6	0·0*	0·0*	4·9	6·2	4·5	14·2	14·7	8·3	**22·4**	15·0	7·2
1876	1·7	8·5	10·5	7·6	12·7	14·4	4·2	**14·5**	11·6	1·0*	4·4	8·9
1877	6·2	9·3	12·7	11·9	7·7	10·7	6·5	2·7	**18·3**	0·4*	5·9	7·7
1878	2·9	0·3*	4·8	5·1	7·3	8·6	11·4	4·6	16·0	**17·0**	13·7	8·3
1879	12·2	**17·8**	11·1	16·0	7·9	3·8	3·3*	7·5	6·3	5·0	4·5	4·6
1880	0·0*	7·2	0·1	2·3	7·6	12·7	8·0	9·7	13·2	10·6	**19·2**	9·4
1881	8·4	2·5	12·0	11·3	6·5	10·5	3·6	6·6	**20·4**	16·1	0·1*	2·0
1882	1·0*	1·5	8·5	6·6	7·3	6·3	4·8	12·8	**22·0**	12·3	7·7	9·2
1883	2·0	7·4	10·3	2·6	11·0	12·0	**16·8**	1·2*	11·8	5·6	15·4	3·9
1884	2·8	1·7*	3·3	10·6	4·5	**24·9**	5·5	12·9	12·4	9·8	2·6	9·0
1885	4·7	5·0	3·0	8·7	9·0	6·2	5·6	14·1	13·9	**20·6**	7·2	2·0*
1886	8·9	2·0*	9·2	3·4	2·1	**24·8**	3·1	8·8	5·5	6·3	8·7	17·2
1887	3·0	0·0*	6·0	1·1	14·8	3·3	4·2	6·6	14·8	**22·4**	14·1	9·7
1888	0·5*	10·2	**17·7**	6·4	3·3	17·0	6·6	6·4	7·1	14·4	6·2	4·2
1889	1·0*	4·5	5·8	9·3	2·8	19·0	9·5	5·1	10·0	**21·0**	10·7	1·3
1890	2·6	0·0*	7·5	8·0	10·2	17·7	5·7	9·7	2·1	**18·5**	11·5	6·5
1891	1·4	0·0*	8·8	**14·0**	8·0	7·9	9·4	8·0	13·1	10·7	12·5	6·2
1892	9·5	7·5	6·9	**16·8**	8·0	9·1	10·5	5·0	4·7	15·4	4·7	1·9*
1893	5·2	8·9	0·9	0·8*	10·5	11·4	12·3	1·8	**17·8**	10·4	13·8	6·2
1894	6·4	0·4*	3·7	**15·7**	9·7	13·3	5·9	12·6	5·3	12·0	6·8	8·2
1895	8·6	10·4	10·9	8·3	10·0	2·4	7·5	9·8	2·3	**16·3**	1·5*	12·0
1896	0·9	0·2*	5·1	1·2	11·2	11·8	9·3	16·7	12·1	**19·0**	4·3	8·2
1897	10·8	3·8	12·7	8·7	7·7	5·4	5·1	7·5	**17·2**	3·3	1·9*	5·9
1898	5·9	8·0	6·6	10·2	11·8	8·0	9·6	3·7	8·8	**14·5**	9·7	3·2*
1899	9·1	5·1	5·0	8·1	11·8	13·3	5·4	1·4	**21·6**	9·9	1·1*	8·2
1900	10·2	9·2	8·0	8·2	9·0	6·6	6·6	8·0	2·0*	9·5	**18·8**	3·9
1901	0·7*	2·7	**18·3**	3·9	2·7	8·4	8·5	16·8	18·0	5·1	4·6	10·3
1902	3·9	20·6	7·0	1·8	8·4	12·0	16·2	1·1	5·1	**21·0**	2·4	0·5*
1903	4·0	1·0*	4·5	11·5	6·2	10·9	15·8	1·9	4·6	12·6	8·7	**18·3**
1904	4·7	13·8	10·2	3·8	4·3	9·7	1·3*	**25·7**	9·9	3·8	6·8	6·0

Relative Monatsmengen des Niederschlages (6. Fortsetzung).

Jahr	Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
						Pola						
1869	5·2	4·7	16·2	6·8	2·5	11·7	3·7	1·0*	3·4	11·6	11·0	**22·2**
1870	2·6	6·2	5·6	3·8	3·2	7·6	4·0	**31·8**	1·6*	6·6	13·1	13·9
1871	**20·3**	2·5	1·6*	6·3	2·8	17·3	2·8	8·3	5·6	12·1	17·6	2·8
1872	7·6	6·8	9·3	2·9*	4·5	7·3	14·2	7·8	11·6	**14·5**	9·4	4·1
1873	1·8	7·4	2·0	11·3	12·9	7·6	1·4*	3·1	15·5	**23·7**	11·7	1·6
1874	2·9	6·7	1·3	8·0	19·5	11·6	8·1	8·0	0·3*	4·6	5·8	**23·2**
1875	3·7	2·8	2·5*	6·9	5·4	7·4	2·9	14·4	4·4	**26·2**	19·8	3·6
1876	12·8	7·0	8·8	4·2	4·4	8·4	7·9	12·3	**13·3**	3·9*	9·4	7·6
1877	7·1	4·0	11·2	13·2	9·4	9·0	6·0	1·1	3·0	0·7*	13·4	**21·9**
1878	2·6	0·1*	5·8	5·7	2·8	8·3	7·0	5·5	16·3	17·3	**18·8**	9·8
1879	7·0	15·6	5·4	13·5	11·0	2·2	2·1	0·6*	**21·0**	8·2	7·4	6·0
1880	2·6	4·1	1·8	7·7	13·6	4·4	0·9*	16·3	12·8	10·4	**22·1**	3·3
1881	14·6	3·7	10·9	5·9	4·7	5·1	1·7	6·2	9·2	**24 2**	0·7	13·1
1882	2·7	3·2	7·5	5·6	5·0	6·0	2·3*	6·1	**22·7**	21·7	7·3	9·9
1883	4·1	8·9	16·1	4·2	6·5	10·2	4·5	3·2*	7·5	11·1	**16·2**	7·5
1884	1·3	0·9*	10·8	5·8	1·9	11·9	6·1	**15·4**	13·8	13·1	5·8	13·2
1885	6·2	3·2	7·4	15·1	10·7	2·9	1·7*	**21·6**	5·1	10·9	11·0	4·2
1886	9·2	4·9	6·2	4·6	3·0	**21·7**	1·5*	8·0	3·4	8·4	8·6	20·5
1887	5·0	1·8*	10·0	5·7	10·1	5·2	3·2	6·4	5·2	16·0	**20·8**	10·6
1888	1·2*	11·4	**15·8**	8·7	4·9	9·8	10·9	3·9	8·3	14·2	6·3	4·6
1889	3·3	6·1	5·4	10·6	5·7	8·2	6·0	1·4*	15·9	13·6	7·1	**16·7**
1890	4·6	0·0*	7·7	8·4	3·6	9·1	5·2	3·4	8·1	18·2	12·7	**19·0**
1891	6·3	0·3*	8·2	10·2	4·9	11·0	7·6	3·0	5·5	**24·6**	12·5	5·9
1892	7·0	6·2	15·0	8·7	5·5	6·9	8·7	8·1	6·8	**15·6**	5·3*	6·2
1893	10·5	11·5	1·1*	1·2	2·3	7·1	15·5	10·6	5·4	6·2	**21·7**	6·9
1894	4·5	0·3*	7·7	**20·8**	3·8	7·8	3·1	10·5	15·6	10·2	6·1	9·6
1895	11·0	9·3	9·9	14·9	12·2	1·9	5·6	3·9	1·0*	**17·3**	3·3	9·7
1896	0·4*	2·9	1·9	4·0	15·1	8·6	5·0	14·0	9·5	**17·7**	10·7	10·2
1897	**19·4**	0·9*	8·8	8·2	15·2	4·2	2·9	5·7	10·7	11·7	1·9	10·4
1898	3·9*	8·3	6·3	10·9	5·0	7·2	6·6	6·6	**20·0**	13·4	7·6	4·2
1899	6·6	1·7	4·2	5·5	9·4	**22·0**	4·7	6·0	12·7	13·0	0·9*	13·3
1900	8·3	6·2	10·6	12·4	4·4	5·2	2·2*	7·9	4·2	13·5	**21·8**	3·3
1901	1·1*	3·2	13·5	2·3	6·1	11·5	6·9	5·9	**22·0**	12·8	2·3	12·4
1902	3·8	**28·8**	11·1	6·0	11·5	7·3	1·5	0·4*	3·3	18·3	6·9	1·1
1903	2·4	1·2*	7·3	16·4	2·7	8·0	7·1	1·6	5·2	7·0	7·4	**33·7**
1904	5·7	13·5	15·7	5·2	2·3	2·5	0·7*	14·1	**16·0**	4·2	6·1	14·0

Relative Monatsmengen des Niederschlages (7. Fortsetzung).

Jahr	Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
Lesina												
1869	5·7	5·0	16·4	9·7	0·2*	8·3	3·1	9·3	14·3	7·4	3·2	**17·4**
1870	13·3	14·6	8·5	3·2	7·0	6·1	2·5	4·8	0·1*	9·5	**20·3**	10·1
1871	19·4	6·5	12·5	4·7	3·3	8·8	0·0*	8·3	3·7	1·4	**27·1**	4·3
1872	11·2	6·1	10·2	4·5	2·0	13·3	1·9*	5·9	2·4	**20·6**	11·7	10·2
1873	12·1	**29·3**	1·5	7·6	7·4	3·4	0·8	0·4*	0·8	13·2	18·4	5·1
1874	2·2	7·7	7·0	5·2	13·0	1·2*	2·0	10·9	5·6	9·4	13·8	**22·0**
1875	2·8	11·8	14·8	5·5	3·6	1·4*	1·4*	4·9	6·0	15·4	**20·1**	12·3
1876	10·7	6·7	8·9	5·2	8·2	5·7	3·6	3·3*	8·3	11·7	**16·0**	11·7
1877	4·4	10·1	13·3	11·1	2·3	1·7	1·7	0·2*	14·6	7·3	12·5	**20·8**
1878	7·8	1·9*	5·0	5·4	2·1	5·5	3·6	4·0	15·6	6·8	18·5	**23·8**
1879	16·6	8·9	2·3	**23·4**	13·0	0·3	0·9	0·0*	5·8	13·6	13·1	2·1
1880	7·8	6·0	3·8	1·6	7·6	1·9	0·0*	**46·9**	12·4	4·6	4·9	2·5
1881	17·7	3·8	5·4	4·9	2·3	5·2	0·0*	1·3	5·8	**36·3**	7·2	10·1
1882	8·9	1·4	5·5	4·3	1·0	0·6*	3·7	3·4	22·3	**28·8**	8·4	11·7
1883	6·4	1·1	**26·6**	14·4	6·6	9·0	0·0*	2·5	7·5	9·7	10·3	5·9
1884	7·2	0·4*	15·7	11·8	2·0	7·2	0·9	4·9	2·8	20·1	5·9	**21·1**
1885	7·6	5·2	10·0	10·2	2·5	4·8	1·2*	4·7	4·0	8·4	**40·0**	1·4
1886	10·9	10·5	2·5	6·5	2·0	9·0	0·0*	9·7	4·5	8·1	8·7	**27·6**
1887	16·2	15·1	4·9	5·1	5·4	1·2	2·8	0·2*	3·1	12·1	**20·5**	13·4
1888	4·3	13·9	12·3	7·7	1·7*	2·1	3·3	4·7	**18·0**	3·3	14·3	14·4
1889	**18·8**	9·5	11·5	10·2	4·3	6·2	4·5	1·8*	7·2	10·5	3·5	12·0
1890	10·9	1·2	17·7	9·9	3·1	7·8	3·4	0·0*	0·2	9·6	**19·4**	16·8
1891	12·1	0·9*	4·6	9·5	4·5	10·5	1·1	1·6	16·0	17·0	**19·1**	3·1
1892	11·8	8·4	12·8	4·4	2·5*	2·7	7·6	3·0	**17·1**	11·3	5·9	12·5
1893	10·2	12·6	1·1*	1·2	11·4	1·4	10·3	6·4	1·9	2·7	20·1	**20·7**
1894	13·5	2·9	5·9	8·0	5·0	5·6	0·0*	2·5	4·4	10·2	10·0	**32·0**
1895	**22·3**	9·5	7·0	20·7	3·6	0·6*	2·9	2·0	1·9	8·0	5·6	15·9
1896	2·7	6·7	7·6	9·5	4·6	4·7	1·0*	6·1	6·5	13·9	**25·8**	10·9
1897	**21·9**	4·6	8·0	7·4	9·3	2·6*	3·4	4·2	8·6	14·3	3·4	12·3
1898	3·5	**15·2**	12·5	3·8	10·0	1·7*	14·2	2·2	7·1	3·9	10·9	15·0
1899	14·2	2·3	2·7	7·8	6·5	13·1	1·6*	3·1	13·8	5·1	2·5	**27·3**
1900	5·1	8·1	12·7	7·9	8·2	6·2	3·7	7·3	0·3*	10·9	**25·7**	3·9
1901	7·7	10·7	4·6	1·0*	6·4	6·0	1·8	2·2	**18·4**	17·6	6·3	17·3
1902	4·8	13·6	12·0	5·4	12·3	5·8	0·2*	0·3	8·4	16·0	**16·9**	4·3
1903	6·3	8·1	14·2	9·8	4·7	3·4	1·0*	2·4	7·1	11·5	10·0	**21·5**
1904	7·5	11·7	9·1	3·0	1·9	2·7	0·4*	2·7	**22·2**	20·0	7·5	11·3

Reduktion auf Monate von gleicher Länge.

Methoden zur Reduktion der für die bürgerlichen Monate geltenden Regenmengen auf Zeiträume von gleicher Länge sind bekanntlich mehrere erdacht und zur Anwendung vorgeschlagen worden. Was die von Quetelet und Kreil empfohlene Berechnung der mittleren Regenmenge für den Monatstag betrifft, so hat gegen die von Hann hervorgehobene Schattenseite dieser Praxis, daß die erhaltenen Zahlen zu klein und — weil einer Bestimmung auf zwei Dezimalen bedürftig — wenig übersichtlich seien, jüngst Hellmann durch die Darstellung dieser Tagesmengen als Relativzahlen eine Abhilfe geschaffen. In ihrer neuen Form haftet dieser Methode aber wieder der Nachteil größerer Umständlichkeit an.

Bezüglich der Methode der pluviometrischen Exzesse Angot's, gegen welche sich zuerst Sresnewsky wandte und welche sich neuestens auch von seiten Hann's nicht mehr des ihr früher zuteil gewordenen Lobes erfreut, ist zu bemerken, daß sie die Ungleichheit der Monatslängen wohl berücksichtigt, aber nicht eliminiert. Derselbe Wert $+ 8 \cdot 2$ bedeutet beispielsweise bei Monaten mit 30 Tagen das Doppelte, bei Monaten mit 31 Tagen nur 193, beim Februar 213% der bei gleichmäßiger Verteilung einem solchen Monate zukommenden Regenmenge. Umgekehrt werden gleiche Zustände, zum Beispiel Regenlosigkeit, durch drei verschiedene Zahlen: $- 8 \cdot 5$, $- 8 \cdot 2$ und $- 7 \cdot 7$ ausgedrückt. Dagegen kann man die gleichfalls von Angot ersonnene Methode der pluviometrischen Koeffizienten — trotz Hellmann's Hinweis darauf, daß sie nicht ganz genau sei — als eine sehr passende Form der Reduktion bezeichnen. Es wird ihr auch in der im letzten Oktoberhefte der meteorologischen Zeitschrift erschienenen Notiz Hann's der Vorzug vor Hellmann's Verbesserung des Kreil'schen Berechnungsmodus eingeräumt. Der von Hann in seiner Meteorologie hervorgehobene Nachteil der Methode, daß die erhaltenen Koeffizienten, weil sie auf zwei Dezimalen berechnet werden müssen, wenig übersichtlich seien, ließe sich dadurch umgehen, daß man sie mit 10 multipliziert. Es widerspricht zwar dem Prinzipe dieser Methode, die bei gleichmäßiger Verteilung des Niederschlages einem Monat zukommende Regenmenge durch eine andere Zahl als durch die Einheit auszudrücken; eine ernstliche Gefährdung jenes Prinzipes könnte ich aber in der eben vorgeschlagenen Praxis nicht erblicken. Man erhält dann Relativzahlen, die auf Zehntel genau ausgedrückten Prozenten ähnlich, aber etwas größer sind, da sie sich zu 120 summieren.

Mir schien es bei der großen Zahl der zu untersuchenden Jahrgänge angezeigt, einen möglichst rasch zum Ziele führenden Reduktionsvorgang zu wählen. Ich reduzierte auf Monate von 31 Tagen, was einer Ersparnis von $^7/_{12}$ der Arbeit gleichkam, während für Renou's Normalmonate von 30·4 Tagen die Regenmengen aller Monate verändert werden müssen und bei H. Meyer's Reduktion auf Monate von 30 Tagen auch nur $^1/_3$ der Arbeit wegfällt. Um das Verfahren noch etwas zu beschleunigen, habe ich, statt die Reduktion an den absoluten Monatsmengen vorzunehmen und diese in Prozenten der vergrößerten Jahressumme auszudrücken, die prozentische Verteilung der Niederschläge für die bürgerlichen Monate bestimmt und dann diese Prozente reduziert. Daß die so erhaltenen Werte nun nicht mehr Prozente waren, störte nicht, da nur die Gewinnung streng vergleichbarer Relativzahlen ins Auge gefaßt war. Dagegen hatte das abgekürzte Verfahren den Nachteil im Gefolge, daß die monatlichen Regenmengen verschiedener Jahrgänge nun nicht genau vergleichbar waren, da die Summe der Beträge, um welche die Prozente des Februar und der vier Monate mit 30 Tagen vergrößert werden mußten, nicht konstant war und um den Wert

$$\frac{(3 + 1 \times 4)\ 100}{365} = 1 \cdot 92$$

herum schwankte, welcher einer gleichmäßigen Regenverteilung entsprechen würde. Da die Veränderlichkeit der jährlichen Regenperiode hauptsächlich aus Vergleichen der Monatsmengen innerhalb derselben Jahrgänge zu erschließen ist, kam für den größten Teil der Untersuchungen die vorgenannte Ungenauigkeit

überhaupt gar nicht in Betracht. Aber auch bei dem Vergleiche der relativen Monatsmengen in den verschiedenen Jahrgängen machte sie sich kaum störend fühlbar, weil sie — ausgenommen die Jahre mit sehr regenreichem Februar — die erste Dezimale meist noch nicht beeinflußte und bei Mittelbildungen eine teilweise Ausgleichung der kleinen Fehler stattfand.

Methoden der Untersuchung.

Die relativ geringe Aufmerksamkeit, welche man bisher den Veränderungen der jährlichen Regenverteilung zugewendet hat, bringt es mit sich, daß die hier in Betracht zu ziehenden Methoden der Untersuchung noch nicht sehr ausgebildet und die sich darbietenden Forschungsziele noch wenig entwickelt worden sind. Im folgenden sollen in ersterer Beziehung einige neue Anregungen gegeben, in letzterer Hinsicht neue Gesichtspunkte geboten werden. Die vorliegende Abhandlung will so außer einem Beitrag zur Klimakunde der Heimat auch ein Baustein zur allgemeinen Klimatologie sein. Sie möchte hiedurch ihr Erscheinen auch Denen gegenüber rechtfertigen, die vielleicht das zugrunde gelegte Material als zur befriedigenden Lösung der gestellten speziellen Aufgabe nicht ganz ausreichend bezeichnen möchten.

Die Ziele, welche man sich bei der Untersuchung der Variation der jährlichen Regenperiode stecken kann, lassen sich am besten unter Bezugnahme auf das spezielle Beobachtungsmaterial darlegen. Betreffs der Methoden der Untersuchung erscheint es mir jedoch am Platze, eine kurze allgemeine Erörterung vorauszuschicken.

Supan hat die Variation der jährlichen Niederschlagsperiode derart dargestellt, daß er für jeden Monat die Wahrscheinlichkeit, der regenreichste oder regenärmste des Jahres zu sein, bestimmte. Diese Art der Darstellung vermittelt nur ein ungefähres Bild des zu betrachtenden Komplexes von Erscheinungen und erweist sich wohl als unzureichend, wenn ein näherer Einblick in dieselben angestrebt wird. Es kann zum Beispiel leicht vorkommen, daß in der Randzone einer Region mit Winterregen ein Sommermonat eine fast ebenso große Regenmenge aufweist als der nässeste der kalten Jahreszeit. Sofern man nur die zeitliche Verteilung des regenreichsten Monates in Betracht zieht, figuriert ein solcher Jahrgang als ein betreffs der Niederschlagsperiode ganz normaler, während er doch die Doppelrolle eines Jahrganges mit Winter- und Sommerregen spielt. Treten in einer Beobachtungsperiode mehrere solcher Jahrgänge auf, so erscheint in der darauf gegründeten Darstellung die Tendenz zu Winterregen stärker ausgeprägt, als es der Wirklichkeit entspricht. Es ist darum sehr angezeigt, zumindest die Veränderlichkeit des zweitnässesten und zweittrockensten Monates in die Darstellung einzubeziehen. Noch vollständiger gestaltet sich dieselbe, wenn man sie auch auf die betreffs des Regenreichtums und betreffs der Regenarmut an dritter Stelle stehenden Monate ausdehnt. In dem von Hellmann herausgegebenen neuen großen Werke über die Niederschlagsverhältnisse in den deutschen Stromgebieten sind denn auch alle sechs sich so ergebenden Werte angeführt und überdies die Summen von je dreien derselben, das ist die Wahrscheinlichkeiten, daß ein Monat einer der drei regenreichsten oder einer der drei regenärmsten des Jahres ist. Diese letzteren zwei Werte mitzuteilen, empfiehlt sich ganz besonders; sie erscheinen von Zufälligkeiten mehr befreit als die zuerst genannten und es verlohnt sich daher, sie auch schon bei kürzeren Beobachtungsreihen zu bestimmen.

Es schiene eigentlich bedeutsamer, beim Studium der Variation der Niederschlagsperiode statt der regenreichsten und regenärmsten Monate die Maxima und Minima der Regenkurve in Betracht zu ziehen. Letztere fallen mit den ersteren nicht stets zusammen. In einem Winterregengebiete kann es zum Beispiel sein, daß, wenn das Maximum einer Regenzeit auf den Jänner fällt und der vorausgegangene Dezember

der nässeste Monat des verflossenen Jahres war, selbst der regenreichste Monat eines Jahrganges kein Maximum ist, sondern in den aufsteigenden Ast eines Wellenberges fällt. Häufiger geschieht es, daß der zweit- und drittregenreichste Monat eines Jahres nicht sekundäre Extreme sind, sondern in den auf- oder absteigenden Ast jener Kurve zu liegen kommen, deren Scheitel dem nässesten Monate entspricht. Reihen sich nun der zweit- und drittnässeste Monat eines Jahres beiderseits dem regenreichsten an, so kann der viertregenreichste immer noch ein sehr gut ausgeprägtes sekundäres Maximum bilden. Für die Gestalt der Jahreskurve ist aber die Zahl der Wellenberge wichtiger als deren Form. Im gedachten Falle wird die aus der Anführung des nässesten Monates geschöpfte Kenntnis der zeitlichen Regenverteilung durch Mitangabe des zweit- und drittnässesten Monates nur dahin ergänzt, daß das Hauptmaximum als Scheitel eines breiten und flachen Wellenberges erkannt wird. Die Tatsache, daß noch ein zweiter isolierter Wellenberg besteht, muß — obschon sie wichtiger scheint als die Form des ersteren Berges — unberücksichtigt bleiben. Andererseits kann es leicht vorkommen, daß ein sekundäres Maximum nur einem sehr geringfügigen Regenüberschusse eines Monates über dessen Nachbarmonate entspricht und keineswegs die Bedeutung einer von der Hauptregenzeit getrennten zweiten Regenzeit hat.

Der großen Verschiedenheit der Bedeutung, die den sekundären Extremen zukommen kann, könnte man dadurch gerecht werden, daß man diese Extreme erst von einer bestimmten Größe an und von einem bestimmten Grade ihrer Selbständigkeit an in Betracht zieht. Man würde etwa nur jene Wellenberge zählen, deren Scheitel die mittlere relative Monatsmenge oder das Anderthalbfache derselben überragen. Als Maß für die Selbständigkeit eines sekundären Extremes würde die kleinere der beiden Differenzen gegen die Nachbarmonate zu gelten haben. Ein Nachteil, welchen die Berücksichtigung der Maxima und Minima der Regenkurve an Stelle der regenreichsten und regenärmsten Monate im Gefolge hätte, wäre, daß bei den Regenmengen des Jänner und Dezember die Zählung derselben als Extreme nur durch Bezugnahme auf ein Nachbarjahr geschehen könnte, während doch die einzelnen Jahrgänge unabhängig voneinander betrachtet werden sollen. Ein Umstand, der sich bei Zugrundelegung der Wellenberge und Täler der Regenkurve als mißlich erweisen würde, wäre ferner, daß die Anzahl dieser Wellen schwankt und öfters überhaupt kein tertiäres, manchmal wohl auch kein sekundäres Maximum und Minimum auftritt. Es ließe sich zwar auch im Falle, daß die Zahl der Jahre mit sekundären Extremen kleiner als die der Beobachtungsjahre ist, die Verteilung dieser Extreme auf die verschiedenen Monate ermitteln; die so gewonnenen Relativwerte wären aber mit den für die Hauptextreme festgestellten nur in beschränktem Maße vergleichbar. Würde man dagegen, um genau vergleichbare Häufigkeitswerte zu erhalten, nur jene Jahre in Betracht ziehen, in welchen sekundäre Extreme auftraten, so würde hierin eine mangelhafte Ausnützung des Beobachtungsmaterials liegen, die als unklug zu vermeiden ist.

Aus all dem ergibt sich, daß es nicht passend wäre, die Untersuchung der Variation der Regenperiode auf die Maxima und Minima der Regenkurve zu stützen; wohl kann aber die Rücksichtnahme auf diese formalen Extreme zur Ergänzung des Bildes dienen, das durch die Betrachtung der numerischen Extreme, das ist der nässesten und trockensten Monate, gewonnen wird. Es bietet auch Interesse, das Verhalten beider Kategorien von Extremen zu vergleichen, so insbesondere festzustellen, inwieweit der zweitnässeste und zweittrockenste Monat zugleich ein sekundäres Maximum, beziehungsweise Minimum ist. Durch die Angabe der Häufigkeit, mit welcher die einzelnen Monate die regenreichsten und regenärmsten des Jahres sind, erfährt man nun aber über die Veränderlichkeit der Regenperiode als solcher eigentlich noch nichts. Um in diese einen Einblick zu gewinnen, muß die Häufigkeit, mit welcher Regenreichtum und Regenarmut auf verschiedene Kombinationen von Monaten fallen, festgestellt werden. Hiebei scheint allerdings die große Zahl der sich ergebenden Fälle jede Möglichkeit einer Übersicht auszuschließen. Dem ist aber nicht so, wenn die Darstellung mittels einer Tabelle geschieht, deren Kolonnen den regenreichsten Monat und deren Zeilen den regenärmsten Monat angeben. Ein Übelstand liegt darin, daß die Zahl der Kombinationen $114 - 12 = 132$ größer ist, als in den meisten Fällen die Anzahl der Beobachtungsjahre sein mag. Eine allerdings auf Kosten der Genauigkeit erzielbare Vereinfachung des Bildes wird dadurch erreicht, daß man an die Stelle der Monate Monatspaare setzt. Die Zahl der Kombinationen reduziert sich dann auf 36

und es fällt dann auch die im vorigen Falle diagonal von links oben nach rechts unten durch die Tabelle ziehende Zone unmöglicher Kombinationen hinweg. Wenn man die Veränderlichkeit der Regenperioden verschiedener Orte unmittelbar vergleichen will und so alle Kombinationen in je einer Reihe stehen müssen, so gestattet die Rücksicht auf die Übersichtlichkeit nur die Anführung der Häufigkeit, in welcher die größten und kleinsten Monatsmengen auf die 16 verschiedenen Kombinationen von Jahreszeiten fallen.

Durch die im vorigen erörterten Feststellungen wird die Variation der jährlichen Niederschlagsperiode nur in zeitlicher Beziehung klargelegt. Bei den Scheitelwerten einer auch aperiodisch schwankenden periodischen Erscheinung ist neben der Veränderlichkeit der Abszissen auch jene der Ordinaten von Bedeutung. Es muß sich daher an die Untersuchung der Variation der Eintrittszeit der größten und kleinsten Monatssummen des Regenfalles die Feststellung der Größenschwankungen dieser Summen anschließen. Diese Feststellung hat sich in dem hier abgesteckten Untersuchungsfelde ausschließlich auf die Relativwerte der monatlichen Regenmengen zu beziehen. Es sind hier zunächst die Grenzwerte, innerhalb welcher die Beteiligung der einzelnen Monate an der Jahressumme des Regens schwankt, und die Veränderlichkeit dieser Beteiligung von Interesse, ferner der Spielraum und die Veränderlichkeit der Regenhöhe der nässesten und trockensten Monate des Jahres.

Alle bisher besprochenen Ermittlungen liefern erst ein Bild der Variation der jährlichen Regenverteilung an einzelnen Orten. Zu einer erschöpfenden Behandlung der Veränderlichkeit der Niederschlagsverhältnisse eines Gebietes gehört es aber auch, darzulegen, wie die für die einzelnen Orte möglichen verschiedenen Regenperioden kombiniert auftreten, wie sich die Regenverteilung in den einzelnen Jahrgängen örtlich ändert. Es ist zu untersuchen, wie oft benachbarte und mehr und mehr voneinander entfernte Stationen gleichzeitig dasselbe Regenregime aufweisen und in welcher abnehmender Häufigkeit zwischen ihnen sukzessive größere Regimewechsel stattfinden. Bei dieser Untersuchung können wieder die Maxima und Minima des monatlichen Regenfalles getrennt oder vereint in Betracht gezogen werden.

Die jährliche Periode des Regenfalles.

Die unerläßliche Vorarbeit für die Untersuchung der Veränderlichkeit einer periodischen Erscheinung ist die Feststellung ihres mittleren Verlaufes. Die mittlere jährliche Regenverteilung in dem hier besprochenen Gebiete hat schon zweimal eine eingehende Darstellung erfahren: in der Arbeit von Hann über die Regenverhältnisse von Österreich-Ungarn[1] und in der Abhandlung von Seidl über das Klima von Krain, IV. Teil, Die Niederschlagsverhältnisse.[2] An ersterem Orte greift die Darstellung naturgemäß nord- und südwärts über unser Gebiet hinaus, an letzterem reicht sie beiderseits nicht ganz bis zu den hier gesteckten Grenzen (nordwärts bis Klagenfurt, südwärts bis Pola). Selbstverständlich mußte die jährliche Periode für den hier zugrunde gelegten Zeitraum speziell berechnet werden und es empfahl sich, das Ergebnis dieser Rechnung den Untersuchungen über die Veränderlichkeit der Regenperiode hier vorauszuschicken.

Die folgende Tabelle I enthält für die acht vorhin genannten Stationen die auf Jahreszwölftel reduzierten, in Prozenten der Jahressumme ausgedrückten Monatsmengen des Regenfalles, die zehnfachen pluviometrischen Koeffizienten (q) und eine übersichtliche Zusammenstellung der drei regenreichsten (H_1, H_2, H_3) und der drei regenärmsten (h_3, h_2, h_1) Monate, der primären, sekundären und tertiären Extreme (M_1, M_2, M_3, m_3, m_2, m_1) und der Zahlenwerte dieser Größen.

---

[1] J. Hann: Untersuchungen über die Regenverhältnisse von Österreich-Ungarn. 1. Die jährliche Periode der Niederschläge Sitzungsber. der math. nat. Klasse der k. Akad. d. Wiss. LXXX. Bd. II. Abt. 1879, p. 571—635. — F. Seidl: Das Klima von Krain IV. Teil: Die Niederschlagsverhältnisse. Mitteil. d. Musealver. für Krain. VII. Jahrg. II. Abt. Laibach 1894, p. 1—68.

Tabelle I.

Mittlere jährliche Periode des Regenfalles.

	Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
						Prozente						
Salzb.	3·6*	4·3	5·5	7·4	10·3	13·3	**14·9**	13·4	9·8	6·5	5·3*	**5·7**
Gastein	3·7*	4·8	5·6	6·8	8·7	11·4	13·7	**14·1**	10·1	8·3	6·5	6·3
Klagenf.	3·2*	3·9	5·6	6·8	10·1	11·6	**12·0**	11·9	10·6*	**11·0**	7·1	6·2
Laibach	4·7*	5·2	6·3	7·2	8·2	**10·7**	10·1	9·8*	10·0	**12·2**	8·5	7·1
Görz	4·6*	5·1	6·9	7·1	9·0	**11·5**	8·0*	8·4	10·2	**13·2**	8·8	7·2
Triest	4·9*	5·9	7·0	7·5	8·2	**11·2**	7·5*	8·3	10·9	**12·9**	8·5	7·2
Pola	6·0*	6·2	7·9	**8·2**	6·8*	**8·6**	5·0*	7·7	9·7	**13·0**	10·5	10·4
Lesina	10·0	8·7*	**9·0**	7·7	5·2	5·0	2·5*	4·9	8·4	11·7	**13·7**	13·2
					Zehnfache pluviometrische Koeffizienten.							
Salzb.	4·3*	5·1	6·6	8·9	12·4	15·9	**17·9**	16·1	11·8	7·9	6·3*	**6·8**
Gastein	4·5*	5·8	6·7	8·1	10·4	13·6	16·5	**16·9**	12·1	10·0	7·8	7·6
Klagenf.	3·8*	4·6	6·7	8·1	12·2	14·0	**14·4**	14·3	12·7*	**13·2**	8·5	7·5
Laibach	5·6*	6·3	7·6	8·6	9·8	**12·9**	12·1	11·8*	12·0	**14·6**	10·2	8·5
Görz	5·5*	6·1	8·2	8·6	10·8	**13·8**	9·6*	10·1	12·2	**15·8**	10·6	8·7
Triest	5·9*	7·1	8·4	9·0	9·8	**13·5**	9·0*	10·0	13·0	**15·5**	10·2	8·6
Pola	7·2*	7·4	9·5	**9·9**	8·1*	**10·3**	6·0*	9·3	11·7	**15·6**	12·5	12·5
Lesina	12·0	10·5*	**10·8**	9·2	6·3	6·0	3·0*	5·8	10·1	14·1	**16·4**	15·8

	H_1	H_2	H_3	h_3	h_2	h_1	M_1	M_2	M_3	m_3	m_2	m_1
Salzb.	Juli	Aug.	Juni	Nov.	Febr.	Jänn.	Juli	Dez.	—	—	Nov.	Jänn.
Gastein	Aug.	Juli	Juni	März	Febr.	Jänn.	Aug.	—	—	—	—	Jänn.
Klagenf.	Juli	Aug.	Juni	März	Febr.	Jänn.	Juli	Okt.	—	—	Sept.	Jänn.
Laibach	Okt.	Juni	Juli	März	Febr.	Jänn.	Okt.	Juni	—	—	Aug.	Jänn.
Görz	Okt.	Juni	Sept.	März	Febr.	Jänn.	Okt.	Juni	—	—	Juli	Jänn.
Triest	Okt.	Juni	Sept.	März	Febr.	Jänn.	Okt.	Juni	—	—	Juli	Jänn.
Pola	Okt.	Nov.	Dez.	Febr.	Jänn.	Juli	Okt.	Juni	April	Mai	Jänn.	Juli
Lesina	Nov.	Dez.	Okt.	Juni	Aug.	Juli	Nov.	März	—	—	Febr.	Juli
Salzb.	14·9	13·4	13·3	5·3	4·3	3·6	14·9	5·7	—	—	5·3	3·6
Gastein	14·1	13·7	11·4	5·6	4·8	3·7	14·1	—	—	—	—	3·7
Klagenf.	12·0	11·9	11·6	5·6	3·9	3·2	12·0	11·0	—	—	10·6	3·2
Laibach	12·2	10·7	10·1	6·3	5·2	4·7	12·2	10·7	—	—	9·8	4·7
Görz	13·2	11·5	10·2	6·9	5·1	4·6	13·2	11·5	—	—	8·0	4·6
Triest	12·9	11·2	10·9	7·0	5·9	4·9	12·9	11·2	—	—	7·5	4·9
Pola	13·0	10·5	10·4	6·2	6·0	5·0	13·0	8·6	8·2	6·8	6·0	5·0
Lesina	13·7	13·2	11·7	5·0	4·9	2·5	13·7	9·0	—	—	8·7	2·5

Durch gleichzeitige Darstellung der Monatsmengen des Regenfalles in Prozenten der Jahressumme und in Form von pluviometrischen Koeffizienten umgeht man wohl am besten die Mängel, welche aus der Anwendung nur einer dieser Darstellungsmethoden resultieren und in der Inkonvenienz des Dezimal- und Duodezimalsystems begründet sind. Man möchte ebensowohl die prozentischen Anteile der Monate an der Jahressumme des Regenfalles als auch die Verhältniszahlen ihrer Regenmengen zum Zwölftel der Jahresmenge rasch vergleichen können. Teilt man nur die Prozente mit, so erfordert das letztere Begehren schnelle Divisionen durch $8^1/_3$, die sich im Kopfe nur beiläufig ausführen lassen, gibt man nur die Koeffizienten an, so sind wieder zur Erfüllung des ersteren Verlangens rasche Divisionen durch 12 nötig.

Da in den folgenden Tabellen über die Veränderlichkeit der Regenperiode die Reihe der Monate mit dem Jänner anfängt, ist diese Anordnung der Gleichmäßigkeit wegen schon hier eingehalten.

Zum Vergleiche seien die von Hann und Seidl für dieselben Orte erhaltenen Relativwerte der mittleren monatlichen Regenmengen angeführt. Bei Hann's Darstellungen der Regenperiode ist die Zahl der zugrunde gelegten Jahrgänge verschieden: Salzburg 30, Gastein 19, Klagenfurt 66, Laibach 24, Görz 17, Triest 50, Pola 15, Lesina 19 Jahre. Seidl's Werte sind alle auf den 30jährigen Zeitraum 1851—1880 reduziert. Sie beziehen sich auf Normalmonate von 30·44 Tagen und sind in Promillen der Jahressumme ausgedrückt. Bei Hann erscheinen die monatlichen Regenmengen der einzelnen Stationen in ganzen Prozenten, jene der Stationsgruppen in Zehntelprozenten angegeben. Es wäre wohl möglich gewesen, an Stelle der Stationen jene von Hann gebildeten Stationsgruppen, in deren Bereich die zu betrachtenden Stationen fallen, zum Vergleiche heranzuziehen (zum Beispiel statt Salzburg Gruppe 19 = »oberösterreichisches und salzburgisches Alpenvorland«); der so erzielte Vorteil genauerer Vergleichbarkeit der ziffermäßigen Resultate würde aber den Nachteil sehr herabgeminderter Vergleichbarkeit der Rechnungsgrundlagen nicht aufwiegen.

	Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
Prozentische Verteilung nach Hann												
Salzb.	4*	5	6	8	10	13	**15**	13	9	6	6	5
Gastein	4*	4*	6	6	8	11	13	**15**	10	8	8	7
Klagenf.	4*	4*	5	7	10	11	**13**	12	10	10	8	6
Laibach	6*	6*	**7**	6*	**9**	**9**	8*	9	10	**13**	9	8
Görz	6	5*	7	8	**9**	**9**	8*	8*	10	**11**	10	9
Triest	7	5*	6	7	**9**	8	7*	8	11	**14**	10	8
Pola	8	7*	**9**	6*	6*	**7**	5*	**9**	8*	12	**13**	10
Lesina	8*	**10**	**9**	6	4*	**6**	2*	5	9	12	**16**	13
Prozentische Verteilung nach Seidl												
Klagenf.	3·7*	4·0	6·0	6·9	10·1	10·5	**12·3**	10·9	10·6	9·7	9·2	5·8
Laibach	5·5*	5·6	6·7	6·9	**9·1**	8·6*	8·8	8·9	10·2	**11·8**	10·8	7·2
Görz	5·7*	5·8	6·0	7·6	9·0	**9·2**	7·1*	8·2	11·3	**12·7**	10·5	7·1
Triest	6·1*	6·2	6·1	7·5	8·8	**8·9**	6·7*	7·9	11·5	**12·7**	10·4	7·2
Pola	8·2	6·4*	**7·4**	**7·4**	6·8	6·5	4·8*	8·4	9·1	11·8	**13·1**	10·2

Die Art, wie sich der schon bei Hann genau erörterte sprungweise (nicht allmähliche) Übergang der Sommerregen in die Herbstregen vollzieht, kommt in den drei vorliegenden Bestimmungen der Regenperiode nicht in übereinstimmender Weise zum Ausdrucke. Es ist dies bei der großen Veränderlichkeit der Niederschlagsverhältnisse in einem Übergangsgebiete keineswegs überraschend. Das Herbst-

maximum des Regenfalles taucht in meiner Tabelle als sekundäres Oktobermaximum schon in Klagenfurt auf, wie dies auch in dem neueren von Hann vor sechs Jahren berechneten 88jährigen Mittel von 1813—1900 der Fall ist. (Die Schwankungen der Niederschlagsmengen in größeren Zeiträumen, Sitzungsber. d. math. nat. Klasse der k. Akad. d. Wiss., CXI. Bd., Abt. II, 1902, p. 81 und 131.)

Die Verspätung dieses Maximums auf November erfolgt im neuen Mittel erst in Dalmatien. Auch ein vor fünf Jahren von Kesslitz bekanntgemachtes Mittel von Pola (1873—1897, Meteorologische Zeitschrift, Märzheft 1903) zeigt ein Oktobermaximum, während in den älteren Mittelbildungen schon Pola ein Novembermaximum aufweist.

Das sekundäre Frühsommermaximum im Herbstregengebiete reicht nach Seidl nur bis Triest, nach meiner Rechnung ist es noch in Pola gut entwickelt, in Lesina aber nur mehr eine Nachwirkung desselben bemerkbar, wogegen bei Hann dieses Maximum erst südlich von Lesina (in Curzola) verschwindet. Es ist in meinen Mittelwerten auf Juni konzentriert, in jenen Hann's und Seidl's über Mai und Juni ausgebreitet.

Das für die Adria bezeichnende Maximum des Vorfrühlings taucht in meiner Tabelle in Pola als Aprilmaximum auf und rückt südwärts bis in den März vor. Bei Hann macht es sich schon in Laibach bemerkbar und auch an anderen Orten Krains, gleichwie bei Seidl, wo es jedoch in Laibach selbst fehlt. In Görz und Triest (und Fiume) ist es aber auch in Hann's und Seidl's Mittelwerten nicht vorhanden.

Für die Größe des Hauptmaximums im Herbste ergibt sich nach Seidl's und nach meinen Rechnungen bei ziemlich übereinstimmenden Werten eine allmähliche Zunahme gegen Süd. Betreffs der Größe des Frühsommermaximums stimmen Hann's und Seidl's Mittelbildungen fast überein; in dem von mir zugrunde gelegten Zeitraume ist dieses Maximum bedeutend höher, ja es erfährt sogar (zwischen Laibach und Görz) eine kleine Zunahme gegen Süd. Dieser wird man allerdings keine wesentliche Bedeutung zuerkennen und an der bisherigen Auffassung dieses Maximums als eines relativen Extremes festhalten, wobei man es zwar nicht mehr durch eine (im Vergleich zum Juli) langsamere Abnahme, aber noch durch ein Gleichbleiben der Regenmenge des Juni begründen kann.

Das Winterminimum verschiebt sich bei Hann bereits in Görz, bei Seidl in Pola, in meinen Mittelwerten erst in Lesina vom Jänner auf den Februar. In der Region der Herbstregen ist es im neuen Mittel tiefer als in den früheren, wogegen die Werte des Juliminimums gut übereinstimmen.

Wegen der Ungleichheit der Breitenunterschiede der Stationen tritt die Änderung der Regenverteilung in der Richtung von Nord gegen Süd aus den Tabellen nicht ganz scharf hervor. Um diesem Mangel abzuhelfen, muß man zu einer Kurvendarstellung greifen und dieser die Werte der relativen Regenhöhen für äquidistante Breiten, am besten für die Breitengrade entnehmen. Dieser Vorgang ist jedoch nicht einwandfrei, da die vorliegenden Werte und ebenso die gesuchten auf den Zwischenstrecken nicht bloß Funktionen der geographischen Breite sind, sondern auch von den orographischen Verhältnissen abhängig erscheinen. So dürfte beispielsweise die relative Regenmenge der Sommermonate von Klagenfurt nach Görz nicht kontinuierlich abnehmen und auf den Kämmen der Südalpen eine vorübergehende Steigerung erfahren. Sofern man nicht eine exakte Feststellung der Änderung der Regenperiode mit der geographischen Breite und nur eine angenäherte Bestimmung der mittleren Grenzen der Regenregime anstrebt, kann aber die graphische Interpolation immerhin zur Anwendung gelangen. Hiebei empfiehlt es sich, den Verlauf der mittleren Monatsmengen und den der Mengen des nässesten und trockensten Monates jeder Jahreszeit durch Kurven darzustellen. Die Schnittpunkte dieser Kurven miteinander und mit der Geraden, welche der Monatsmenge bei gleichmäßiger Regenverteilung entspricht, bezeichnen dann die mittleren Grenzen der in Betracht kommenden Regenregime oder andere Scheidelinien, welche zu diesen Grenzen in naher Beziehung stehen. Die auf graphischem Wege für die Breiten $\varphi = 48°$ bis $\varphi = 43°$ erhaltenen Werte der mittleren *(m)*, höchsten *(h)* und niedrigsten *(t)* relativen Monatsmenge des Regenfalles jeder Jahreszeit sind:

φ	W_h	W_m	W_t	F_h	F_m	F_t	S_h	S_m	S_t	H_h	H_m	H_t
48	5·9	4·5	3·8	10·5	7·7	5·5	15·0	14·2	13·7	9·7	7·0	5·0
47	6·1	4·6	3·5	9·2	7·3	5·6	13·6	12·8	11·6	10·3	8·6	6·6
46	6·9	5·5	4·2	9·0	7·7	6·7	11·5	10·3	8·6	12·8	10·6	8·3
45	9·7	7·2	5·8	8·3	7·6	7·4	9·0	7·4	5·5	13·1	11·1	9·5
44	12·0	9·1	7·4	8·6	7·5	6·2	6·6	5·5	3·6	13·4	11·3	9·1
43	13·1	11·0	9·0	9·1	7·3	5·0	4·6	3·8	2·2	13·8	11·4	8·2

Als Abszissen der in Betracht kommenden Kurvenschnittpunkte ergeben sich nachstehende Werte von φ (zwischen $\lambda = 13°$ und $\lambda = 15°$ östl. v. Gr.).

Schnittpunkt von	φ	Schnittpunkt von	φ
S_t und H_h	46° 35'	S_m und H_m	46° 5'
S_h » H_h	46 25	W_m » S_m	44 55
S_h » H_t	45 5	W_m » H_m	42 45
W_h » S_t	45 40	H_m » J_m	47 5
W_t » S_t	45 5	S_m » J_m	45 20
W_t » S_h	44 10	W_m » J_m	44 25

Die normale Südgrenze des gemäßigt kontinentalen Regenregimes ist durch die Linie gegeben, längs welcher durchschnittlich das Monatsmaximum des Regenfalles vom Sommer auf den Herbst umspringt (Schnittpunkt von S_h und H_h). Die Schwelle, auf welcher sich das Größenverhältnis zwischen den Regenmengen des Sommers und Herbstes umkehrt (Schnitt von S_m und H_m), liegt einen halben Breitengrad weiter südlich. Die Nordgrenze einer südlichen Randzone des Gebietes der Sommerregen wäre — wenn man eine solche ausscheiden wollte — dort zu ziehen, wo die Regenmenge des Herbstes über den vierten Teil der Jahresmenge anzusteigen beginnt (Schnitt von H_m und J_m; $J_m =$ Monatsmenge bei gleichmäßiger Verteilung der Niederschläge über das Jahr).

Die normale Nordgrenze des mediterranen Regenregimes erscheint durch die Linie gegeben, längs welcher im Mittel das Monatsminimum der Niederschläge vom Winter auf den Sommer umspringt (Schnitt von W_t und S_t). In fast gleicher Breite liegt die Schwelle, auf welcher sich das Größenverhältnis zwischen den Regenmengen der beiden extremen Jahreszeiten umkehrt (Schnitt von W_m und S_m). Die Breite, in welcher der trockenste Sommermonat regenärmer wird als der trockenste Wintermonat, ist auch dieselbe, in welcher der nässeste Sommermonat regenärmer wird als der trockenste Herbstmonat (Schnitt von S_h und H_t). Der Schnittpunkt der Kurven S_h und W_t ist aber gegen den der Minima um einen Breitengrad nach Süd verschoben, wogegen der Schnittpunkt von S_t und H_h gegen den der Maxima nur wenig nach Nord ausweicht. Es entspricht dies dem Umstande, daß an der Nordgrenze des Übergangsgebietes alle drei Sommermonate fast gleich naß sind, an der Südgrenze desselben aber der Juni viel weniger trocken ist als der Juli. Ein randlicher Gürtel des mediterranen Regengebietes wäre südwärts dort zu begrenzen, wo die Regenmenge des Winters über jene des Herbstes anzusteigen beginnt (Schnitt von W_m und H_m).

Noch viel weiter südlich liegt die Linie, längs welcher das sekundäre Frühlingsmaximum verschwindet und eine einfache Regenperiode mit Wintermaximum und regenlosem Sommer Platz greift. Sofern man den ganzen Umwandlungsprozeß des kontinentalen Niederschlagsregimes in das ihm entgegengesetzte in

Betracht zieht, ist die Südgrenze der Übergangszone erst hier zu ziehen. Es hat aber auch Berechtigung, schon jede Niederschlagsverteilung, bei welcher der Sommer die trockenste Jahreszeit ist, dem kontinentalen Regenregime als Gegensatz gegenüberzustellen und dementsprechend die Übergangszone im obigen engeren Sinne zu fassen.

Die Verschiebungen der regenreichsten und regenärmsten Monate.

Für die Darstellung der Verschiebungen der regenreichsten und regenärmsten Monate kommen drei Formen in Betracht, von denen jede Vorzüge und Nachteile besitzt: zunächst die Anführung der Zahl der Fälle, in welchen jeder Monat ein betreffs der Regenmenge extremer des Jahres war. Diese Darstellungsform ist genau, läßt aber die Verhältnisse weniger rasch und klar erfassen als die Angabe der prozentischen Häufigkeit. Diese letztere Form der Darstellung vermittelt einen klaren und schnellen Einblick in die Verhältnisse, ist aber bei einem 36jährigen Zeitraum ungenau, indem die Fehler bis zu 0·4% betragen können. Eine dritte Darstellungsmethode wäre die Angabe der Zahl der Fälle in Promillen der Zahl der Beobachtungsjahre. Diese Methode vermeidet zwar die Nachteile der beiden vorigen, es ist aber gegen sie ein allerdings nur prinzipieller Einwand zu erheben. Es handelt sich hier nicht um Verhältniszahlen, sondern um Häufigkeitswerte; die Prozente bedeuten hier die Anzahl der Jahre, in welchen ein Ereignis in hundert Jahren eintritt. Sie können daher nur ganze Zahlen sein und nicht auf Zehntel genau angegeben werden. Promille, welche wegen des fehlenden Dezimalpunktes weniger übersichtlich sind, würden folgerichtig die Zahl der Jahre ausdrücken, in welchen ein Ereignis im Laufe von tausend Jahren eintrifft. Eine solche Ausdrucksweise wäre aber unserem meteorologischen Vorstellungskreise fremd.

Da es sich empfiehlt, die Variationen der Regenperiode in zweifacher Reihenfolge vorzuführen, nach Stationen und nach Extremen angeordnet, kann man zwei der vorgenannten Darstellungsformen anwenden und ist nur der Verzicht auf eine nötig, und zwar wird er die letztgenannte Form betreffen. Der oben erwähnte Nachteil, der mit der direkten Angabe der Zahl der Fälle verknüpft ist, macht sich übrigens gerade bei unserer Untersuchung am wenigsten fühlbar. Die vielfache Teilbarkeit von 36 bringt es mit sich, daß die meisten vorkommenden Häufigkeitswerte mit einziffrigen Nennern (2, 3, 4, 6, 9, angenähert auch 5 und 7) versehene Bruchteile der Zahl der Jahrgänge sind. Dieser Umstand ersetzt einigermaßen den Vorteil der prozentischen Darstellung.

Ein von den bisher genannten Formen abweichender Modus der Darstellung wäre der, die bei gleicher Verteilung über das Jahr auf einen Monat kommende Zahl der Fälle als »mittlere Häufigkeit« der Einheit gleichzusetzen. Es wäre dies eine Übertragung des Prinzipes der pluviometrischen Koeffizienten auf die Darstellung der Variation der Regenperiode. Da aber, wie erwähnt, die Häufigkeit nur durch ganze Zahlen auszudrücken ist, müßten die Relativwerte derselben mit 10 multipliziert werden, was der Angabe der auf einen 120jährigen Zeitraum bezogenen absoluten Häufigkeit gleichkäme. Diese Werte würden dann in analoger Weise wie die zehnfachen pluviometrischen Koeffizienten die prozentische Darstellung ergänzen.

Die folgende Tabelle II enthält für unsere acht Stationen die Zahl der Fälle, in welchen jeder Monat betreffs der Regenmenge an erster, zweiter und dritter Stelle (H_1, H_2, H_3) und an letzter, zweit- und drittletzter (h_1, h_2, h_3) Stelle stand, und die Zahl der Fälle, in welchen er sich unter den drei regenreichsten $\Sigma(H)$ und unter den drei regenärmsten $\Sigma(h)$ Monaten des Jahrganges befand. Die zweitfolgende Tabelle III enthält, nach Stationen angeordnet, für jeden Monat die Wahrscheinlichkeiten, daß er der regenreichste (H_1), der regenärmste (h_1) einer der drei regenreichsten $\Sigma(H)$ und einer der drei regenärmsten $\Sigma(h)$ Monate des Jahres sei. Da bisweilen zwei oder mehrere Monate dieselben relativen Regenmengen aufweisen, übersteigt die Summe der angeführten Fälle manchmal die Anzahl der Jahrgänge um eine oder mehrere Einheiten. Aus demselben Grunde ist die Summe der prozentischen Wahrscheinlichkeiten manchmal größer als 100, beziehungsweise 300. Durch fetten Druck ist die Zahl der Fälle hervorgehoben, in welchen die betreffs der Regenmenge extremen Monate mit den betreffenden der Mittelkurve zusammenfielen.

Tabelle II.

Zeitliche Verteilung der größten und kleinsten Monatsmengen des Regenfalles.

	Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
						Salzburg						
H_1	—	—	—	—	4	7	**15**	9	1	—	—	—
H_2	—	—	1	1	2	11	6	**9**	4	1	—	1
H_3	—	1	—	5	7	**7**	7	1	7	2	1	3
h_3	5	6	4	2	2	—	—	—	4	2	**7**	5
h_2	4	**9**	3	1	1	—	—	1	3	4	4	7
h_1	**14**	9	3	2	—	—	—	—	—	2	3	3
$\Sigma (H)$	—	1	1	6	13	25	28	19	12	3	1	4
$\Sigma (h)$	23	24	10	5	3	—	—	1	7	8	14	15
						Gastein						
H_1	—	—	—	—	1	4	10	**13**	6	1	1	1
H_2	—	—	—	1	2	7	**10**	8	3	3	2	1
H_3	—	1	2	—	5	**7**	5	6	3	3	2	2
h_3	6	6	**10**	3	1	—	—	—	—	2	1	7
h_2	9	**5**	6	6	2	—	—	—	2	3	4	2
h_1	**10**	9	—	1	—	—	—	—	—	4	7	6
$\Sigma (H)$	—	1	2	1	8	18	25	27	12	7	5	4
$\Sigma (h)$	25	20	16	10	3	—	—	—	2	9	12	15
						Klagenfurt						
H_1	—	1	—	—	4	3	**4**	8	3	7	4	2
H_2	1	—	—	2	3	7	8	**6**	3	4	1	3
H_3	—	—	3	2	5	8	5	3	8	2	1	—
h_3	4	7	**5**	3	1	1	2	2	1	2	3	6
h_2	6	**6**	8	3	1	—	1	—	2	1	5	3
h_1	**16**	10	—	3	1	—	—	—	—	1	3	4
$\Sigma (H)$	1	1	3	4	12	18	17	17	14	13	6	5
$\Sigma (h)$	26	23	13	9	3	1	3	2	3	4	11	13
						Laibach						
H_1	—	2	—	2	1	7	2	2	4	**12**	3	1
H_2	3	1	—	—	3	**2**	7	7	3	3	5	3
H_3	—	—	1	3	2	4	**6**	4	6	5	3	3
h_3	1	6	**4**	5	2	2	4	4	—	2	4	4
h_2	10	**9**	5	—	3	—	1	0	2	—	2	5
h_1	**9**	7	3	1	3	1	1	1	1	2	5	3
$\Sigma (H)$	3	3	1	5	6	13	15	13	13	20	11	7
$\Sigma (h)$	20	22	12	6	8	3	6	5	3	4	11	12

Tabelle II (Fortsetzung).

	Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
						Görz						
H_1	—	2	1	2	1	8	1	—	5	11	3	2
H_2	1	—	1	2	6	6	1	3	5	6	3	3
H_3	2	1	4	1	3	1	3	6	8	3	7	2
h_3	5	4	2	10	2	1	4	4	1	1	1	3
h_2	8	9	4	3	3	—	—	1	2	—	4	3
h_1	8	8	5	—	—	—	2	—	2	2	4	6
$\Sigma(H)$	3	3	6	5	10	15	5	9	13	20	13	7
$\Sigma(h)$	21	21	11	13	5	1	6	5	5	3	9	12
						Triest						
H_1	—	2	1	3	1	3	1	1	7	13	2	2
H_2	1	2	3	1	2	6	1	5	7	3	3	3
H_3	2	1	4	3	3	2	3	5	4	4	6	1
h_3	6	4	2	7	1	2	4	4	1	—	1	4
h_2	6	2	6	1	4	1	—	5	3	2	3	4
h_1	6	10	2	1	1	—	3	2	2	2	4	4
$\Sigma(H)$	3	5	8	7	6	11	5	11	18	20	11	6
$\Sigma(h)$	18	16	10	9	6	3	7	11	6	4	8	12
						Pola						
H_1	2	1	1	1	—	2	—	3	6	8	6	6
H_2	2	1	5	3	3	—	2	1	4	8	4	3
H_3	1	3	—	5	4	5	—	4	3	4	3	4
h_3	5	7	2	1	10	2	2	—	5	—	1	1
h_2	6	2	3	3	4	2	6	5	—	—	2	7
h_1	4	8	3	1	1	—	7	5	3	2	3	—
$\Sigma(H)$	5	5	6	9	7	7	2	8	13	20	13	13
$\Sigma(h)$	15	17	8	5	15	4	15	10	8	2	6	8
						Lesina						
H_1	3	2	1	1	—	—	—	1	4	3	12	9
H_2	4	4	5	3	—	1	—	—	4	9	3	4
H_3	6	3	6	—	1	—	1	—	3	4	4	8
h_3	2	3	2	2	7	4	4	6	1	1	3	2
h_2	2	2	—	2	4	4	12	6	3	1	1	1
h_1	—	3	1	1	4	6	14	7	2	—	—	—
$\Sigma(H)$	13	9	12	4	1	1	1	1	11	16	19	21
$\Sigma(h)$	4	8	3	5	15	14	30	19	6	2	4	3

Tabelle III.

Prozentische Verteilung der größten und kleinsten Monatsmengen des Regenfalles.

	Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
						H_1						
Salzburg	—	—	—	—	11	19	**42**	25	3	—	—	—
Gastein	—	—	—	—	3	11	28	**36**	17	3	3	3
Klagenfurt	—	3	—	—	11	8	**11**	22	8	19	11	6
Laibach	—	6	—	6	3	19	6	6	11	**33**	8	3
Görz	—	6	3	6	3	22	3	—	14	**31**	8	6
Triest	—	6	3	8	3	8	3	3	19	**36**	6	6
Pola	6	3	3	3	—	6	—	8	17	**22**	17	17
Lesina	8	6	3	3	—	—	—	3	11	8	**33**	25
						h_1						
Salzburg	**39**	25	8	6	—	—	—	—	—	6	8	8
Gastein	**28**	25	—	3	—	—	—	—	—	11	19	17
Klagenfurt	**44**	28	—	8	3	—	—	—	—	3	8	11
Laibach	**25**	19	8	3	8	3	3	3	3	6	14	8
Görz	**22**	22	14	—	—	—	6	—	6	6	11	17
Triest	**17**	28	6	3	3	—	8	6	6	6	11	11
Pola	11	22	8	3	3	—	**19**	14	8	6	8	—
Lesina	—	8	3	3	11	17	**39**	19	6	—	—	—
						$\Sigma (H)$						
Salzburg	—	3	3	17	36	69	78	53	33	8	3	11
Gastein	—	3	6	3	22	50	69	75	33	19	14	11
Klagenfurt	3	3	8	11	33	50	47	47	39	36	17	14
Laibach	8	8	3	14	17	36	42	36	36	56	31	19
Görz	8	8	17	14	28	42	14	25	36	56	36	19
Triest	8	14	22	19	17	31	14	31	50	56	31	17
Pola	14	14	17	25	19	19	6	22	36	56	36	36
Lesina	36	25	33	11	3	3	3	3	31	44	53	58
						$\Sigma (h)$						
Salzburg	64	67	28	14	8	—	—	3	19	22	39	42
Gastein	69	56	44	28	8	—	—	—	6	25	33	42
Klagenfurt	72	64	36	25	8	3	8	6	8	11	31	36
Laibach	56	61	33	17	22	8	17	14	8	11	31	33
Görz	58	58	31	36	14	3	17	14	14	8	25	33
Triest	50	44	28	25	17	8	19	31	17	11	22	33
Pola	42	47	22	14	42	11	42	28	22	6	17	22
Lesina	11	22	8	14	42	39	83	53	17	6	11	8

Mit Hilfe der Tabelle, welche die Werte von H_1 und h_1 zeigt, läßt sich der Schauplatz des Wettkampfes des süddeutschen und dalmatischen Regenregimes feststellen. In seinem Bereiche liegen jene Stationen, in welchen die genannten Werte in verschiedenen Jahrgängen auf denselben Monat fallen können. Im Gegensatze hierzu stehen jene Orte, an welchen in einem Monat nur je einer dieser beiden Grenzwerte auftritt, im Bereich der unbestrittenen Herrschaft der beiden gegnerischen Regime.

Die Grenzen der Gebietszone, innerhalb welcher sich der Wettstreit zwischen dem süddeutschen und dalmatischen Regenregime abspielt, sind im Laufe des Jahres großen Verschiebungen unterworfen. Diese erfolgen manchmal in entgegengesetztem Sinne und bei gleichsinniger Änderung oft in ungleichem Maße, so daß die Breite des Kampfplatzes großen Schwankungen unterliegt.

Im Jänner ist die Zone des Wettkampfes schmal, indem das nördliche Regime bis an die Adria hinab herrscht, das südliche sich in Mitteldalmatien behauptet. Diese Einengung ist in der starken Ausprägung des kontinentalen Winterminimums, das sich vom Nordfuße der Alpen bis an die Südseite der Tauern noch verschärft, begründet. Vom Februar bis April erscheint das Kampfterrain sehr ausgedehnt, indem sich kontinentaler Einfluß bis nach Mitteldalmatien erstreckt und mediterraner Einschlag bis gegen die Zentralalpen hin sich fühlbar macht. Diese Unentschiedenheit des Kampfes erklärt sich leicht aus dem Charakter des Vorfrühlings als einer Übergangszeit. Das dalmatische Frühlingsmaximum ist nicht genug stark, um ein weites südliches Vordringen von Regenarmut zu verhindern.

Im Gegensatze hierzu kommt es im Sommer zur größten Einengung des strittigen Terrains, da nun beiderseits eine starke Tendenz zur Entwicklung konträrer Extreme Platz greift und so beide Regime ihren territorialen Besitzstand erfolgreich verteidigen können. Nachdem im Mai der mediterrane Typus bis in die nördlichste Adria hinauf zu voller Geltung gekommen, breitet sich im Juni der kontinentale Typus bis nach Istrien hinab aus, so daß eine von den beiden Regentypen beherrschte Zwischenzone ganz zu fehlen scheint. Im Juli kommt es dann, trotzdem im Alpenvorland das Maximum eintritt, zu einer Verschiebung des Zwischengürtels gegen Norden, da nun das mediterrane Minimum einem südlichen Vorstoße des kontinentalen Regimes mit Übermacht entgegenwirkt.

Im Herbste und Vorwinter wogt dann der Kampf zwischen den beiden Regenregimen wieder auf weitem Felde hin und her. Zunächst dringt nördlicher Einfluß bis Dalmatien vor, weicht aber bald wieder zurück, wogegen nun südlicher Einfluß sich weit landeinwärts geltend macht und bis an den Nordfuß des Alpenhauptkammes übergreift. Es entspricht dies dem Charakter des Herbstes als einer Übergangszeit im Norden und als der Zeit des Hauptmaximums im Süden des Gebietes.

Zieht man nur Frühling und Sommer in Betracht, so scheint es, als wenn die Breite des Gebietes, innerhalb dessen sich das süddeutsche und adriatische Regenregime die Herrschaft streitig machen, der Größe des Unterschiedes der relativen Regenmengen in den Randzonen der unbestrittenen Gebiete verkehrt proportional wäre. Nimmt man auch auf Herbst und Winter Rücksicht, so erkennt man, daß auch die Veränderlichkeit der Extreme von Einfluß ist. Im Herbste ist — obschon der Süden eine große, der Norden eine kleine relative Regenmenge hat — die strittige Zone breit, weil das Herbstmaximum des Südens eine große Veränderlichkeit aufweist. Im Winter ist dagegen bei großem Unterschiede der relativen Regenmengen im Norden und Süden die Zwischenzone schmal, weil sich das Winterminimum des Nordens verhältnismäßig wenig veränderlich zeigt.

Eine nähere Prüfung des Bestehens dieser Relationen ließ sich auf Grund ziffermäßiger Feststellung der in Betracht kommenden Größen vornehmen. Die Differenzen der relativen Regenmengen am Nord- und Südrande unseres Gebietes ($R_n - R_s$) sind:

	Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
D	6·4	4·4	3·5	0·3	5·1	8·3	12·4	8·5	1·4	5·2	8·4	7·5

Die Breite des von beiden Regenregimen beherrschten Gebietes in den einzelnen Monaten ergab sich aus dem Verlaufe der beiderseitigen Grenzen desselben. Die monatliche Lage einer jeden dieser Grenzen zwischen der letzten Station, in welcher im betreffenden Monate ein Hauptextrem noch auftrat, und der ersten Station, in welcher es nicht mehr vorkam, ließ sich graphisch ermitteln. Ebenso stand betreffs der Monate, in welchen an der südlichen Randstation (Lesina) beide Hauptextreme auftraten, für die angenäherte Bestimmung der Südgrenze des Zwischengebietes der Weg der graphischen Extrapolation zu Gebote. Nur für die Übergangsmonate April und September ließ sich auf diesem Wege kein bestimmtes Resultat erzielen. Die derart erhaltenen Werte für die Breitenerstreckung des Kampfplatzes der beiden Regenregime (*B*) sind (in Breitengraden und Dezimalteilen derselben):

	Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
B	1·52	3·58	3·27	—	1·59	1·04	0·67	1·80[1]	—	3·53	2·80	2·27

[1] Bei Ausschluß des abnormen Augustmaximums in Lesina im Jahre 1880.

Die mittlere Veränderlichkeit der relativen Regenmenge im ganzen in Betracht gezogenen Gebiete wurde aus den (an späterer Stelle mitgeteilten) für die einzelnen Stationen abgeleiteten Werten unter Rücksichtnahme auf die Ungleichheit der geographischen Breitenunterschiede dieser Stationen festgestellt. Die so gewonnenen Werte *(V)* sind:

	Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
V	3·07	3·74	3·28	3·22	3·39	3·44	2·91	4·12	4·65	4·68	4·76	4·54

Für den Ausdruck $(D \times B): V^2$ — es empfiehlt sich, die Veränderlichkeit mit dem Exponenten 2 einzuführen — ergeben sich nun folgende Werte:

Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
1·033	1·126	1·064	—	0·706	0·730	0·981	0·902	—	0·838	1·037	0·826

Für April und September dürften ähnliche Werte resultieren, da in diesen Monaten die Größe *B* jedenfalls einen hohen Betrag erreicht, die Größe *D* hingegen sehr klein wird und der Wert von *V* jenem in den Nachbarmonaten analog bleibt. Stimmen die vorigen Werte zwar nicht miteinander überein, so sind sie aber doch auch nicht sehr voneinander abweichend (Verhältnis des kleinsten zum größten etwa wie 2 : 3) und man darf so wenigstens eine Tendenz zur Entwicklung obiger Relation als vorhanden annehmen. Als wahrscheinlichster Wert des konstanten Gliedes in der Formel:

$$B = c\frac{V^2}{D},$$

welche die Breite der von den benachbarten entgegengesetzten Regenregimen beherrschten Zwischenzone als Funktion der Veränderlichkeit der relativen Regenmenge und des Unterschiedes der Regenmengen in den Randgebieten der beiden Regime darzustellen versucht, ergibt sich: 0·92.

Die von Hann für Klagenfurt aus dem 88jährigen Zeitraume 1813 bis 1900 abgeleitete zeitliche Verteilung des nässesten und trockensten Monates ist:

	Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
Max.	1	0	0	2	8	8	20	14	9	18	9	2
Min.	23	29	10	6	2	0	0	0	1	3	4	16

Hieraus ergeben sich folgende Werte der prozentischen Verteilung, denen zum Vergleiche die für den 36jährigen Zeitraum 1869 bis 1904 bestimmten beigefügt sind:

		Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
H_1	88	1	0	0	2	9	9	23	16	10	20	10	2
	36	0	3	0	0	11	8	11	22	8	19	11	6
h_1	88	26	33	11	7	2	0	0	0	1	3	5	18
	36	44	28	0	8	3	0	0	0	0	3	8	11

Die Werte für das Regenmaximum stimmen — ausgenommen Juli — ziemlich überein. Weniger gut ist die Übereinstimmung der Werte für das Minimum in der kälteren Jahreshälfte.

Das fallweise Vordringen der gegnerischen Regime greift beiderseits über jenes Gebiet hinaus, welches auf Grund der mittleren Regenverteilung als Übergangszone in Betracht kommt. Im Vorfrühling kann das Minimum des Regenfalles noch in Mitteldalmatien eintreten, woselbst die durchschnittliche Regenverteilung des tiefen Juliminimums wegen schon als ausgesprochen mediterran zu bezeichnen ist, wenn sie auch im Vergleiche zur vollen Ausbildung des Mittelmeertypus mit regenlosem Sommer und Winterregen noch als Übergangsform erscheint. Im Spätherbste kann der Eintritt des maximalen Regenfalles noch auf der Nordseite der Zentralalpen stattfinden, woselbst die mittlere Regenkurve eine einfache Periode mit stark ausgeprägtem Sommermaximum zeigt. Es kann also noch in einer zum Flußgebiete der oberen Donau gehörigen Region die größte monatliche Regenmenge im Spätherbste fallen, was insofern von Bedeutung ist, als Niederschläge zu dieser Jahreszeit wegen der geringen Verdunstung weit mehr als im Sommer zur Speisung der Quellen und Flüsse beitragen.

Wird die Station Laibach einbezogen, so schwindet die sehr starke Einschnürung der strittigen Zone im Juni und erscheint deren Einengung im Winter als das Hauptminimum ihrer Breitenerstreckung. In Laibach fiel einmal (in dem der Untersuchung zugrunde gelegten Zeitraume) das Hauptminimum des Regenfalles auf den Juni; da es aber nicht nur in Görz, sondern auch in Triest und Pola nicht auf Juni zu liegen kam, erscheint es wohl zulässig, dieses isolierte Minimum in Laibach nicht als Ausdruck eines nördlichen Vordringens des mediterranen Regenregimes aufzufassen. Als ein abnormes Vorkommnis muß auch das in Lesina einmal aufgetretene Hauptmaximum im August betrachtet werden. Es ist dieses Maximum weder als ein sehr weit vorgedrungener Ausläufer des nordischen Sommermaximums noch als ein sehr verfrühtes Herbstmaximum anzusehen. Es war bedingt durch drei sehr heftige Gewitterregengüsse am 3., 7. und 9. jenes Monates und einen starken Regen am 30. Nur letzterer könnte schon als vorzeitiger Herbstregen gedeutet werden.

Dagegen entspricht es der Stellung des September als Übergangsmonat, daß er von der Nordgrenze bis zur Südgrenze unseres Gebietes der regenreichste Monat sein kann, wie andererseits der Februar im ganzen Gebiete der regenärmste Monat sein kann.

Die letzte Tabelle zeigt, daß die Periodizität der Sommerregen am Nordfuße der Ostalpen größer ist als die Periodizität der Spätherbstregen im mittleren Dalmatien. In Salzburg und Gastein war in 36 auf-

einander folgenden Jahren der Jänner niemals einer der drei nässesten und waren Juni und Juli niemals einer der drei trockensten Monate des Jahres. In Lesina hingegen konnte sich ein Sommermonat schon unter den drei regenreichsten, ein Herbstmonat unter den drei regenärmsten Monaten eines Jahrganges befinden.

Das Walten größerer Periodizität auf der Nordseite der Alpen kommt auch in der größeren Häufigkeit des Zusammenfallens der Extreme mit deren Normalterminen in den Stationen Salzburg und Gastein zum Ausdrucke. Die Summen dieser Häufigkeiten sind:

Salzburg	Gastein	Klagen-furt	Laibach	Görz	Triest	Pola	Lesina
61	55	45	42	39	33	36	44

An den beiden Stationen auf der Nordseite der Alpen fallen bei der Mehrzahl der sechs in Betracht gezogenen extremen Werte die häufigste und die mittlere Eintrittszeit zusammen. An den Stationen an der Adria erscheint dagegen eine solche Koinzidenz als Ausnahmsfall. Gewöhnlich ist dann allerdings der Monat des häufigsten Eintrittes dem des durchschnittlichen Eintreffens benachbart, manchmal sind jedoch der Scheitelwert und Mittelwert voneinander getrennt oder es kommen zwei Scheitelwerte zur Entwicklung, von denen der kleinere mit dem Mittelwert zusammenfällt.

Die Verschiebungen der Maxima und Minima der jährlichen Regenkurve.

Wie schon eingangs erwähnt wurde, kann die Feststellung der Verschiebungen, welche die Scheitel der nach den Monatssummen gezogenen Regenkurve zeigen, zwar nicht zum Ersatze, wohl aber zur Ergänzung jener Untersuchung dienen, welche die zeitliche Veränderlichkeit der regenreichsten und regenärmsten Monate zum Gegenstande hat. Die folgende Tabelle IV enthält die Zahl der Fälle, in welchen auf jeden Monat das erste, zweite und dritte Maximum (M_1, M_2, M_3) und Minimum (m_1, m_2, m_3) der Regenkurve fiel, und die Zahl der Fälle, in welchen auf jeden Monat eines der ersteren drei und eines der letzteren drei Extreme zu liegen kam: $\Sigma(M)$ und $\Sigma(m)$. Durch fetten Druck ist wieder bei jenen Extremen die in der Durchschnittskurve persistieren, die Anzahl jener Fälle hervorgehoben, in welchen sie zu ihren Normalterminen eintraten.

Ein sekundäres Maximum und Minimum trat in allen acht Stationen in jedem der 36 Jahrgänge auf. Tertiäre Extreme fehlten in Salzburg fünfmal, in Gastein viermal, in den Stationen auf der Südseite der Alpen ein- bis zweimal; in Lesina fielen viermal nur zwei Minima in ein Jahr. Es kommen somit auch in Stationen, für welche sich im Mittel eine einfache jährliche Regenperiode ergibt, in den meisten Jahrgängen noch Extreme dritter Ordnung zur Entwicklung.

Der regenreichste Monat entsprach nur einmal in Lesina nicht auch dem Scheitel eines Wellenberges der Regenkurve. Dagegen ereignete es sich in den alpinen Stationen mehrmals, daß der regenärmste Monat eines Jahres nicht mit der Sohle eines Wellentales zusammenfiel. Häufig treffen die Monate des zweit- und drittgrößten und -kleinsten Regenfalles nicht mit sekundären und tertiären Extremen zusammen. Die diesbezüglichen Verschiedenheiten verdienen eine nähere Betrachtung. Die folgende Tabelle V enthält für jeden Monat die Wahrscheinlichkeiten, daß er der zweit- oder drittregenreichste, beziehungsweise -ärmste sei ($S[H]$ und $S[h]$) und daß auf ihn das sekundäre oder tertiäre Maximum, beziehungsweise Minimum $S(M)$ und $S(m)$ falle.

Tabelle IV.

Zeitliche Verteilung der Maxima und Minima des monatlichen Regenfalles.

	Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
						Salzburg						
M_1	—	—	—	—	4	7	**15**	9	1	—	—	—
M_2	1	1	2	4	2	4	3	3	6	2	3	**3**
M_3	2	4	4	4	1	1	—	—	2	4	4	7
m_3	—	1	3	3	5	3	4	3	4	1	3	1
m_2	2	4	3	3	3	—	—	2	5	6	**6**	2
m_1	**12**	9	4	2	—	—	—	—	—	3	3	3
$\Sigma (M)$	3	5	6	8	7	12	17	12	9	6	8	10
$\Sigma (m)$	14	14	10	8	8	3	4	5	9	17	12	6
						Gastein						
M_1	—	—	—	—	1	4	10	**13**	6	1	1	1
M_2	—	2	2	3	5	4	4	3	2	4	5	3
M_3	1	4	5	4	2	2	1	1	—	1	4	8
m_3	1	2	4	3	4	2	2	3	3	3	3	2
m_2	4	4	7	8	4	—	—	1	2	2	5	1
m_1	**11**	9	—	2	—	—	—	—	1	4	7	3
$\Sigma (M)$	1	6	7	7	8	10	15	17	8	6	10	12
$\Sigma (m)$	16	15	11	13	8	2	2	4	6	9	15	6
						Klagenfurt						
M_1	—	1	—	—	4	3	**4**	8	3	7	4	2
M_2	1	—	—	2	4	6	5	6	5	**4**	1	2
M_3	—	3	5	3	3	4	2	3	4	2	4	3
m_3	1	1	—	5	2	5	6	5	3	2	2	2
m_2	1	3	4	5	4	1	1	2	**5**	2	6	2
m_1	**14**	10	1	3	1	—	—	—	—	2	3	4
$\Sigma (M)$	1	4	5	5	11	13	11	17	12	13	9	7
$\Sigma (m)$	16	14	5	13	7	6	7	7	8	6	11	8
						Laibach						
M_1	—	2	—	2	1	7	2	2	4	**12**	3	1
M_2	2	1	—	2	2	**2**	5	7	3	5	4	3
M_3	2	4	6	2	3	4	4	2	1	0	2	5
m_3	—	1	2	4	3	4	8	5	4	2	1	2
m_2	4	6	2	4	4	—	2	**3**	2	—	4	5
m_1	8	7	4	1	3	1	1	1	1	2	5	3
$\Sigma (M)$	4	7	6	6	6	13	11	11	8	17	9	9
$\Sigma (m)$	12	14	8	9	10	5	11	9	7	4	10	10

Tabelle IV (Fortsetzung).

	Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
Görz												
M_1	—	2	1	2	1	8	1	—	5	**11**	3	2
M_2	1	—	3	3	4	**5**	3	3	3	4	4	4
M_3	6	1	5	3	3	3	3	3	2	2	2	1
m_3	—	—	2	5	4	3	10	7	3	3	—	—
m_2	6	4	2	4	4	—	**2**	3	3	—	4	4
m_1	8	8	5	—	—	—	2	—	3	2	4	4
$\Sigma (M)$	7	3	9	8	8	21	7	6	10	17	9	7
$\Sigma (m)$	14	12	9	9	8	3	13	10	9	5	8	8
Triest												
M_1	—	2	1	3	1	3	1	1	7	**13**	2	2
M_2	1	2	4	3	4	**5**	2	5	2	2	3	5
M_3	3	2	5	2	2	8	4	4	1	2	1	1
m_3	2	1	5	4	4	2	7	3	2	—	3	3
m_2	2	3	4	2	4	1	**2**	7	4	1	2	4
m_1	**6**	10	2	1	1	—	3	2	2	2	4	4
$\Sigma (M)$	4	6	10	8	7	16	7	10	10	17	6	8
$\Sigma (m)$	10	14	11	7	9	3	12	12	8	3	9	11
Pola												
M_1	2	1	1	1	—	2	—	3	6	**8**	6	6
M_2	2	1	5	6	5	**3**	2	2	2	3	1	4
M_3	2	5	3	**4**	2	8	2	2	2	1	2	3
m_3	5	3	1	1	**9**	—	4	3	4	1	2	2
m_2	**4**	3	4	2	6	1	5	5	2	—	2	4
m_1	4	8	3	1	1	—	7	5	3	2	3	—
$\Sigma (M)$	6	7	9	11	7	13	4	7	10	12	9	13
$\Sigma (m)$	13	14	8	4	16	1	16	13	9	3	7	6
Lesina												
M_1	2	2	1	2	—	—	—	1	4	3	**12**	9
M_2	3	6	**7**	3	1	2	—	—	3	3	2	5
M_3	1	1	5	2	6	8	2	3	1	2	1	3
m_3	5	3	3	1	6	—	—	1	3	2	6	5
m_2	4	**5**	1	2	4	3	7	3	1	2	3	2
m_1	—	3	1	1	4	6	**14**	7	2	—	—	—
$\Sigma (M)$	6	9	13	7	7	10	2	4	8	8	15	17
$\Sigma (m)$	9	11	5	4	14	9	21	11	6	4	9	7

Tabelle V.

Vergleich zwischen der Verteilung der zweit- (und dritt-) größten und kleinsten Monatsmengen und der Verteilung der sekundären (und tertiären) Extreme des Regenfalles.

		Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
							Maxima						
Salzburg	*S (H)*	—	**3**	**3**	**17**	**25**	**50**	**36**	**28**	**31**	**8**	**3**	**11**
	S (M)	11	14	17	22	8	14	8	8	22	17	19	28
Gastein	*S (H)*	—	**3**	**6**	**3**	**19**	**39**	**42**	**39**	**17**	**17**	**11**	**8**
	S (M)	3	17	19	19	19	17	14	11	6	14	25	31
Klagenfurt	*S (H)*	**3**	—	**8**	**11**	**22**	**42**	**36**	**25**	**31**	**17**	**6**	**8**
	S (M)	3	8	14	14	19	28	19	25	25	17	14	14
Laibach	*S (H)*	**8**	**3**	**3**	**8**	**14**	**17**	**36**	**31**	**25**	**22**	**22**	**17**
	S (M)	11	14	17	11	14	17	25	25	11	14	17	22
Görz	*S (H)*	**8**	**3**	**14**	**8**	**25**	**19**	**11**	**25**	**22**	**25**	**28**	**14**
	S (M)	19	3	22	17	19	22	17	17	14	17	17	14
Triest	*S (H)*	**8**	**8**	**19**	**11**	**14**	**22**	**11**	**28**	**31**	**19**	**25**	**11**
	S (M)	11	11	25	14	17	36	17	25	8	11	11	17
Pola	*S (H)*	**8**	**11**	**14**	**22**	**19**	**14**	**6**	**14**	**19**	**33**	**19**	**19**
	S (M)	11	17	22	28	19	31	11	11	11	11	8	19
Lesina	*S (H)*	**28**	**19**	**31**	**8**	**3**	**3**	**3**	—	**19**	**36**	**19**	**33**
	S (M)	11	22	33	14	19	28	6	8	11	14	8	22
							Minima						
Salzburg	*S (h)*	**25**	**42**	**19**	**8**	**8**	—	—	**3**	**19**	**17**	**31**	**33**
	S (m)	6	14	17	17	22	8	11	14	25	19	25	8
Gastein	*S (h)*	**42**	**31**	**44**	**25**	**8**	—	—	—	**6**	**14**	**14**	**25**
	S (m)	14	17	31	31	22	6	6	11	14	14	22	8
Klagenfurt	*S (h)*	**28**	**36**	**36**	**17**	**6**	**3**	**8**	**6**	**8**	**8**	**22**	**25**
	S (m)	6	11	11	28	17	17	19	19	22	11	22	11
Laibach	*S (h)*	**31**	**42**	**25**	**14**	**14**	**6**	**14**	**11**	**6**	**6**	**17**	**25**
	S (m)	11	19	11	22	19	11	28	22	17	6	14	19
Görz	*S (h)*	**36**	**36**	**17**	**36**	**14**	**3**	**11**	**14**	**8**	**3**	**14**	**17**
	S (m)	17	11	11	25	22	8	33	28	17	8	11	11
Triest	*S (h)*	**33**	**17**	**22**	**22**	**14**	**8**	**11**	**25**	**11**	**6**	**11**	**22**
	S (m)	11	11	25	17	22	8	25	28	17	3	14	19
Pola	*S (h)*	**31**	**25**	**14**	**11**	**39**	**11**	**22**	**14**	**14**	—	**8**	**22**
	S (m)	25	17	14	8	42	3	25	22	17	3	11	17
Lesina	*S (h)*	**11**	**14**	**6**	**11**	**31**	**22**	**44**	**33**	**11**	**6**	**11**	**8**
	S (m)	25	22	11	8	28	8	19	11	11	11	25	19

In jedem Teile des Jahres, in welchem einer der zwei Hauptscheitel der Regenkurve liegt, ist die Wahrscheinlichkeit, daß ein Monat in einen Ast dieses Kurvenscheitels falle, größer als die Wahrscheinlichkeit, daß auf ihn das sekundäre oder tertiäre Extrem treffe. Die Monate, in welchen häufiger die zweit- oder drittgrößte Regenmenge als das sekundäre und tertiäre Maximum eintritt, fallen ungefähr mit jenen zusammen, in welchen in der Durchschnittskurve des Regenfallés der pluviometrische Exzeß positiv ist. Weniger gut ist die Übereinstimmung der Monate, auf welche häufiger die zweit- oder drittkleinste Regenmenge als das sekundäre und tertiäre Minimum fällt, mit den Monaten negativen Exzesses. Zur besseren Einsicht in die Größe dieser Häufigkeitsunterschiede dient folgende Tabelle VI, welche das Verhältnis der Häufigkeit der Werte *S(H)* und *S(h)* zu jener der Werte *S(M)* und *S(m)* zeigt. (Diese Relativzahlen sind nicht aus den prozentischen Wahrscheinlichkeiten, sondern aus den Summen der Fälle abgeleitet.)

Tabelle VI.

	Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
						S (H) : S (M)						
Salzburg	0·0	0·2	0·2	0·7	3·0	3·6	5·0	3·3	1·4	0·5	0·1	0·4
Gastein	0·0	0·2	0·3	0·1	1·0	2·3	3·0	3·5	3·0	1·2	0·4	0·3
Klagenfurt	1·0	0·0	0·6	0·8	1·1	1·5	1·9	1·0	1·2	1·0	0·4	0·5
Laibach	0·7	0·2	0·2	0·7	1·0	1·0	1·4	1·2	2·3	1·6	1·3	0·7
Görz	0·4	1·0	0·6	0·5	1·3	0·9	0·7	1·5	1·6	1·5	1·7	1·0
Triest	0·7	0·7	0·8	0·8	0·8	0·6	0·7	1·1	3·7	1·7	2·3	0·7
Pola	0·7	0·7	0·6	0·8	1·0	0·5	0·5	1·3	1·7	3·0	2·3	1·0
Lesina	2·5	0·9	0·9	0·6	0·1	0·1	0·5	0·0	1·7	2·6	2·3	1·5
						S (h) : S (m)						
Salzburg	4·5	3·0	1·2	0·5	0·4	0·0	0·0	0·2	0·7	0·9	1·2	4·0
Gastein	3·0	1·8	1·5	0·8	0·4	0·0	0·0	0·0	0·4	1·0	0·6	3·0
Klagenfurt	5·0	3·3	3·3	0·6	0·3	0·2	0·4	0·3	0·4	0·7	1·0	2·3
Laibach	2·8	2·1	2·3	0·6	0·7	0·5	0·5	0·5	0·3	1·0	1·2	1·3
Görz	2·2	3·3	1·5	1·4	0·6	0·3	0·3	0·5	0·5	0·3	1·3	1·5
Triest	3·0	1·5	0·9	1·3	0·6	1·0	0·4	0·9	0·7	2·0	0·8	1·1
Pola	1·2	1·5	1·0	1·3	0·9	4·0	0·9	0·6	0·8	0·0	0·7	1·3
Lesina	0·4	0·6	0·5	1·3	1·1	2·7	2·3	3·0	1·0	0·5	0·4	0·4

Auch in diesen Zahlenreihen kommt die größere Periodizität der Regen am Nordfuße der Alpen zum Ausdrucke, indem die Werte, welche sich dort für *S(H)* : *S(M)* im Sommer und für *S(h)* : *S(m)* im Winter ergeben, höher sind als jene, welche an der Adria für den ersteren Quotienten im Herbste und für den letzteren im Sommer resultieren.

Bei den primären Extremen ist die durchschnittliche Eintrittszeit meist auch die häufigste. In den südalpinen Stationen zeigt das primäre Regenmaximum noch einen zweiten Scheitelwert der Häufigkeit, welcher mit der mittleren Eintrittszeit des sekundären Maximums zusammentrifft. Die sekundären Extreme haben in der Regel zwei oder mehrere Scheitelwerte der Häufigkeit. An den südlichen Stationen fällt zumeist der höchste Scheitelwert des sekundären Minimums mit dem Mittelwerte des primären Minimums zusammen. Beim sekundären Maximum ist aber mehrmals eine Übereinstimmung der häufigsten und mittleren Eintrittszeit erkennbar.

Betreffs der Extreme dritter Ordnung ergibt sich zunächst, daß solche in den Monaten, auf welche die Mittelwerte der gleichsinnigen primären Extreme fallen und in deren Nachbarmonaten gar nicht oder nur ausnahmsweise vorkommen. Dann zeigt sich aber auch, daß in der für ein Gebiet geltenden mittleren

Eintrittszeit eines primären oder sekundären Extremes jenseits der Grenzen dieses Gebietes am häufigsten ein gleichsinniges tertiäres Extrem auftritt. Man hat es bei diesem Abflauen eines Extremes erster oder zweiter Ordnung in ein solches dritter Ordnung mit einer Teilerscheinung des Ineinandergreifens der beiden gegnerischen Regenregime zu tun. Besonders deutlich ist dieses Abflauen beim mediterranen Sommerminimum erkennbar, indem der Juli vom Nordrande der Adria bis zum Südfuße der Zentralalpen der häufigste Termin des dritten Minimums ist. Das sekundäre Frühsommermaximum der Übergangszone macht sie dadurch weit nach Süden hinab bemerkbar, daß der Juni bis Lesina als die häufigste Eintrittszeit des dritten Maximums erscheint.

Beim sekundären Frühlingsmaximum des Südens ist ein Ausstrahlen gegen Norden dadurch angedeutet, daß bis Klagenfurt der erste und bis Salzburg der zweite Scheitelwert des dritten Maximums auf den März fällt. Der erste Scheitelwert dieses Maximums trifft auf der Nordseite der Alpen auf den Dezember und man darf hierin wohl ein mit Verspätung verbundenes Fortwirken des Herbstmaximums der Übergangszone erkennen. Nur beim Jännerminimum und Julimaximum des Nordens läßt sich ein Ausklingen der eben geschilderten Art nicht wahrnehmen.

Das Gebiet, innerhalb dessen in einem bestimmten Monate ein tertiäres Extrem noch am häufigsten ist, greift in ähnlicher Weise wie das Gebiet, in welchem das gleichsinnige primäre Extrem noch auftreten kann, über jene Region hinaus, innerhalb welcher das primäre Extrem seine größte Häufigkeit erlangt. Zöge man noch das Areal in Betracht, in welchem in dem betreffenden Monate ein gleichsinniges tertiäres Extrem noch auftreten kann, so erhielte man für die räumlichen Beziehungen eines Regenregimes nachstehendes Schema:

I. Das primäre Extrem (Maximum oder Minimum) tritt in jenem Monate, in welchem sein Auftreten für das betreffende Regenregime bezeichnend ist (zum Beispiel das Erscheinen des Hauptminimums im Juli für das mediterrane Regime der Niederschlagsverteilung) am häufigsten auf: normaler Herrschaftsbereich des Regenregimes.

II. Das primäre Extrem kann noch auf den genannten Monat fallen oder das sekundäre oder tertiäre Extrem tritt in ihm noch am häufigsten auf: Gebiet zeitweiliger Besitzergreifung durch das Regenregime.

III. Das tertiäre Extrem kann noch auf den genannten Monat fallen: gesamte Einflußsphäre des Regenregimes. Die hier in Betracht gezogene Gebietszone umfaßt einen zu kleinen Ausschnitt aus dem ganzen Erdgürtel zwischen den vollausgebildeten Sommer- und Winterregen, als daß sie zu einer näheren Prüfung des hier vorgeschlagenen Schemas ausreichen könnte. Doch läßt sich wenigstens ein Teilbild der Verhältnisse gewinnen. Zieht man als Eintrittszeit der Hauptextreme zwei- bis dreimonatliche Zeiträume in Betracht, so erhält man folgende Daten für das allmähliche Ausklingen der primären Extreme des nördlichen und südlichen Regenregimes:

	Ausklingen des nördlichen Regenregimes gegen Süden		Ausklingen des südlichen Regenregimes gegen Norden	
	Minimum Jänner, Febr.	Maximum Juni, Juli, Aug.	Minimum Juli	Maximum Okt., Nov., Dez.
Ist als primäres Extrem am häufigsten bis	Pola	Klagenfurt	Lesina	Laibach
Kommt als primäres Extrem noch vor bis	Lesina	Pola[1]	Laibach	Gastein
Ist als tertiäres Extrem am häufigsten bis	—	Lesina	Klagenfurt	Salzburg
Kommt als tertiäres Extrem noch vor bis	—	(Lesina)	Salzburg	(Salzburg)

[1] Bei Ausschluß des ganz abnormen Augustmaximums im Jahre 1880 in Lesina.

Für die beiden in den Sommer fallenden Extreme lassen sich noch ein paar Abstufungen des Ausklingens feststellen. Den Stufenlagen für die Größen *M* und *m* seien hier auch jene für die Größen *H* und *h* zum Vergleiche beigefügt:

	Ausklingen des nördlichen Sommermaximums gegen Süden		Ausklingen des südlichen Sommerminimums gegen Norden	
	Juni, Juli, August		Juli	
	M	*H*	*m*	*h*
Ist als primäres Extrem am häufigsten bis	Klagenfurt	Klagenfurt	Lesina	Lesina
Erreicht als primäres Extrem ein zweites Häufigkeitsmaximum[1] bis	Görz	Görz	Pola	Pola
Ist als sekundäres Extrem am häufigsten bis	Görz	Görz	Triest[2]	Lesina
Kommt als primäres Extrem noch vor bis	Pola	Pola	Laibach	Laibach
Kommt als sekundäres Extrem noch vor bis	Lesina	Lesina	Klagenfurt	Klagenfurt
Ist als tertiäres Extrem am häufigsten bis	Lesina	Pola	Klagenfurt	—
Kommt als tertiäres Extrem noch vor bis	(Lesina)	Lesina	Salzburg	—

[1] Das erste Häufigkeitsmaximum fällt dann auf den Oktober, bezw. Februar.

[2] Im August.

Das Ausklingen der numerischen Extreme *(H* und *h)* vollzieht sich hier sehr ähnlich dem der formellen Extreme *(M* und *m)*, doch scheint es naturgemäßer, die letzteren in Betracht zu ziehen. Inwieweit die hier gemachten Abstufungen zur genaueren Darstellung der Verbreitungsart eines Regenregimes verwertet werden könnten, läßt sich mit Hilfe der aus unserem Beobachtungsmaterial gewinnbaren Daten noch nicht beurteilen. Vermutlich würde eine kartographische Festlegung des allmählichen Ausklingens der Regenfallextreme durch — wie Wellenkreise — um den ständigen Bereich eines Regenregimes konzentrisch angeordnete geschlossene Kurven ein instruktives Bild ergeben.

Um die Verschiebungen der Extreme der Regenkurve betreffs ihrer Größe vergleichen zu können, muß man für dieselben einen ziffermäßigen Gesamtausdruck feststellen. Man kann die Summe der in Monatslängen ausgedrückten, in den einzelnen Jahrgängen erfolgten Verspätungen oder Verfrühungen eines Extremes gegen seinen Normaltermin bestimmen. Als solcher kommt hier, da die kleinste Summe von Abweichungen gesucht wird, nicht der Mittelwert, sondern der höchste Scheitelwert in Betracht. Es zeigt sich aber, daß auch die auf den Monat des häufigsten Eintrittes bezogene Abweichungssumme nicht ausnahmslos die kleinste ist. Auch können auf gleich hohe Scheitelwerte verschiedener Monate bezogene Abweichungssummen ungleiche Größe zeigen und auf verschieden hohe Scheitelwerte bezogene gleich groß sein. Diese Umstände lassen die eben angedeutete Methode, da sie zu Inkonsequenzen in der Wahl des als Normaltermin anzunehmenden Monates führt, als weniger empfehlenswert erscheinen.

Man kann aber auch die Summe der gleichfalls in Monatslängen ausgedrückten Zeitstrecken bestimmen, um welche sich der Eintritt eines Extremes von Jahr zu Jahr nach vorwärts oder nach rückwärts verschiebt. Diese zweite Art der Oszillationsbestimmung ist vom Normaltermine des Extremes unabhängig. Beide Methoden gestatten, obschon die Verschiebung stets nur eine ganze Zahl von Monaten betragen kann, die Angabe von auf Dezimalteile bestimmten Mittelwerten. Eine Oszillation von 1·5

besagt zum Beispiel, daß sich ein Extrem von Jahr zu Jahr abwechselnd um einen und um zwei Monate verschiebt.

Die folgende Tabelle VII enthält für die primären und sekundären Extreme die nach den eben angegebenen Methoden bestimmten Ausdrücke für die zeitliche Veränderlichkeit. Den ersteren Wert kann man als mittlere zeitliche Abweichung *(A_m)*, den letzteren als mittlere Oszillation *(O_m)* bezeichnen. Beide Werte zeigen, ohne einander proportional zu sein, eine analoge Änderung von Nord gegen Süd, und zwar ist diese Analogie bei den primären Extremen größer als bei den sekundären.

Tabelle VII.

Mittlere Abweichung und Oszillation der Eintrittszeiten der Maxima und Minima des monatlichen Regenfalles.

	Mittlere Abweichung				Mittlere Oszillation			
	M_1	M_2	m_2	m_1	M_1	M_2	m_2	m_1
Salzburg	0·6	2·6	2·4	1·1	1·1	3·1	2·3	1·6
Gastein	1·0	2·8	2·2	1·3	1·3	3·0	2·6	1·9
Klagenfurt	1·8	1·9	2·9	1·1	2·3	2·1	3·1	1·5
Laibach	2·0	2·1	2·4	1·9	2·8	2·7	2·7	2·6
Görz	2·1	3·0	2·4	1·7	3·1	3·3	2·7	2·3
Triest	1·8	2·9	2·8	2·2	2·7	3·0	2·9	2·7
Pola	1·6	2·4	2·8	3·0	2·5	3·1	3·0	3·4
Lesina	1·3	1·9	2·8	0·7	1·9	2·5	3·0	1·9

Die Eintrittszeit des Hauptmaximums des Regenfalles ist am Südfuße der Julischen Alpen am veränderlichsten. Desgleichen ist dort der Termin des zweiten Maximums den größten Schwankungen unterworfen. Das Maximum der Oszillation tritt demnach südwärts von der Linie auf, wo in der Mittelkurve das Hauptmaximum vom Sommer auf den Herbst umspringt und wo demnach am häufigsten Anlaß zu einem Rollentausch zwischen dem Sommer- und Herbstmaximum als erstem und zweitem Extrem gegeben scheint. Die Terminänderung des Hauptmaximums vollzieht sich aber unter häufigem Auftreten desselben in der Übergangszeit, wogegen weiter südwärts schon eine scharfe Scheidung zwischen Sommer- und Herbstmaximum Platz greift, so daß dort ein Wechsel in der Eintrittszeit des Maximums stets mit einem Umspringen um mehrere Monatslängen verbunden ist.

Die geringe Oszillation des Hauptmaximums am Nordfuße der Alpen entspricht der dort lebhaft entwickelten Tendenz zum Eintritte dieses Maximums um die Sommermitte. Der Eintritt des zweiten Maximums des Regenfalles ist dagegen auf der Nordseite der Tauern von großen Schwankungen betroffen und auf der südlichen Gebirgsseite weniger veränderlich, da dort die stärkere Ausprägung einer Trockenzeit im Winter auch das Vorkommen des zweiten Maximums in dieser Jahreszeit hemmt und die unentschiedene Lage des Hauptmaximums eine Häufung des zweiten Maximums im Sommer begünstigt.

Die Eintrittszeit des Hauptminimums des Regenfalles weist im südlichen Istrien die größte Schwankung auf. In diesem Gebiete findet auch in der Mittelkurve das Umspringen des Hauptminimums vom Winter auf den Sommer statt. Die maximale Oszillation ist beim Minimum des Regenfalles größer als beim Maximum, weil die zwei Scheitelwerte der Häufigkeit beim ersteren noch weiter voneinander getrennt sind, als dies beim letzteren der Fall ist. Das Umspringen des Hauptminimums vom einen zum anderen seiner zwei häufigsten Termine entspricht der größten überhaupt möglichen Änderung der Eintrittszeit von Jahr zu Jahr.

Nordwärts vom Kamm der Julischen Alpen zeigt zufolge des Vorwaltens der größten Trockenheit um die Wintermitte die zeitliche Schwankung des Hauptminimums ihren geringsten Wert. Die Oszillation des zweiten Minimums erreicht dagegen außer hohen Werten im Adriagebiete im Drautale ein relatives Maximum, weil dort weder die Sommer- noch die Herbstregen stark genug entwickelt sind, um ein wiederholtes Auftreten des zweiten Minimums auch in diesen Jahreszeiten zu verhindern.

Südwärts der Alpen läßt sich eine Tendenz zum Bestehen der Relation

$$O_m = C \frac{1}{\sqrt[3]{m_2 - m_1}}$$

feststellen, in welcher O_m die mittlere Oszillation[1] des Hauptminimums des Regenfalles, C einen konstanten Faktor und m_2 und m_1 die mittleren relativen Regenmengen des zweiten und ersten Minimums des Regenfalles bezeichnen. Die Differenzen $m_2 - m_1$ sind für die vier Stationen

Görz	3·4	Triest	2·6
Pola	1·0	Lesina . . .	6·2

und als Produkte

$$\sqrt[3]{m_2 - m_1} \cdot O_m$$

ergeben sich die ziemlich übereinstimmenden Werte

3·46 3·71 3·40 3·49.

Zwischen der mittleren Oszillation des Regenmaximums und der Differenz der relativen Regenmengen des nässesten und zweitnässesten Monates besteht dagegen aus den früher erwähnten Gründen keine derartige Relation.

Dagegen scheint es, daß die Oszillation des Maximums südwärts der Zentralalpen der Regenschwankung verkehrt proportional ist. Die letztere beträgt:

	Salzburg	Gastein	Klagenfurt	Laibach	Görz	Triest	Pola	Lesina
AR	11·3	10·4	8·8	7·5	8·6	8·0	8.0	11·2

und als Produkte derselben in die Oszillation des Regenmaximums erhält man für Klagenfurt, Görz, Triest, Pola und Lesina die ziemlich übereinstimmenden Werte:

20·24 21·00 21·60 20·00 21·28.

---

[1] Vor Jahren habe ich bei anderer Gelegenheit den Ausdruck »Oszillation« in anderem Sinne angewendet, nämlich zur Bezeichnung des Verhältnisses zwischen dem von einer klimatischen Variablen (es war die temporäre Schneegrenze) in einem Monate tatsächlich zurückgelegten Wege zur Differenz ihres Standes am Beginne und Ende des betreffenden Monates.[1] Da jedoch in der Klimatologie auch seither mit dem Worte Oszillation nicht allgemein ein scharf bestimmter Begriff wie etwa mit dem Ausdrucke »mittlere Abweichung« verbunden wird, schien es mir zulässig, das besagte Wort hier im vorhin erläuterten Sinne zu gebrauchen. Das Auftreten vieler sekundärer Wellen auf einem Kurvenaste erster Ordnung wird zwar stets als »Oszillieren« bezeichnet; das Hin- und Herpendeln der Eintrittszeit eines Extremwertes innerhalb eines periodischen Zeitabschnittes läßt sich aber mit dem Phänomen der Pendelschwingung wohl noch besser vergleichen.

[1] Denkschr. der math. nat. Klasse der k. Akad. d. Wiss. LIV. Bd. 1887.

Die Schwankungen der relativen Monatsmengen des Regenfalles.

Während die Schwankungen der absoluten Monatsmengen des Regenfalles zu den am meisten untersuchten Phänomenen der Hydrometeorologie zählen, pflegen die Variationen der relativen monatlichen Regenmengen nicht in Betracht gezogen zu werden. Doch bietet es auch Interesse, die Grenzen festzustellen, innerhalb welcher die Beteiligung eines Monates an der Jahressumme des Niederschlages schwanken kann, und die Veränderlichkeit dieser Beteiligung zu ermitteln. Die folgende Tabelle VIII enthält die im zugrunde gelegten Zeitraume in den einzelnen Monaten beobachteten oberen *(M)* und unteren *(m)* Grenzwerte der relativen Niederschlagsmengen.

Tabelle VIII.

Größte und kleinste relative Monatsmengen des Regenfalles.

		Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
Salzburg	*M*	9·4	11·3	12·5	15·5	21·6	26·7	27·0	25·3	26·5	14·8	12·3	13·5
	m	0·7	0·4	2·0	1·2	3·6	6·3	6·5	2·2	2·1	1·4	0·6	0·3
Gastein	*M*	10·9	13·8	11·8	13·4	20·0	20·0	22·6	24·7	20·8	20·6	14·2	18·6
	m	0·6	0·4	2·1	2·2	3·0	5·2	8·0	5·0	2·9	1·0	0·9	1·0
Klagenfurt	*M*	13·6	13·3	14·0	15·3	26·1	24·0	20·0	26·0	20·4	21·2	17·7	16·8
	m	0·2	0·0	1·2	1·4	1·0	3·7	1·4	2·1	2·0	0·9	0·7	0·0
Laibach	*M*	13·6	20·2	13·9	20·0	22·6	20·9	18·0	20·0	22·9	24·7	17·9	19·1
	m	0·4	0·2	0·5	1·1	2·4	2·2	2·8	3·0	2·2	0·7	0·7	0·8
Görz	*M*	11·6	22·1	18·4	19·9	21·9	30·4	20·9	15·9	22·4	28·6	20·3	21·2
	m	0·0	0·0	0·1	1·6	2·5	2·8	1·9	2·7	1·4	1·5	0·4	0·7
Triest	*M*	12·2	22·8	18·3	17·4	27·8	25·7	16·8	25·7	22·7	23·0	19·8	18·3
	m	0·0	0·0	0·0	0·8	1·1	2·5	1·3	1·1	2·0	0·4	0·1	0·5
Pola	*M*	20·3	31·9	16·2	21·5	19·5	22·7	15·5	31·8	23·5	26·2	22·8	33·7
	m	0·4	0·0	1·1	1·2	1·9	2·0	0·7	0·4	0·3	0·7	0·7	1·1
Lesina	*M*	22·3	32·4	26·6	24·2	13·0	13·7	14·2	46·9	22·9	36·3	41·3	32·0
	m	2·2	0·4	1·1	1·0	0·2	0·3	0·0	0·0	0·1	1·4	2·6	1·4

Als lokalklimatische Grenzwerte haben diese auf einen 36jährigen Zeitraum sich beziehenden extremen Monatsmengen noch keine große Bedeutung. Doch ist es von Interesse, ihr Größenverhältnis zu den mittleren relativen Monatsmengen festzustellen und die Abhängigkeit dieses Verhältnisses von der Jahreszeit zu betrachten.

In der folgenden Tabelle IX sind die oberen Grenzwerte *(M)* der vorigen Tabelle als auf Zehntel genau ausgedrückte Vielfache der mittleren Monatsmengen und die unteren Grenzwerte *(m)* als Prozente

der mittleren Monatsmengen dargestellt. Für die unteren Extreme würde die erstere Darstellungsform zu ungenau, während sie für die oberen Extreme ausreicht und auch übersichtlicher ist als die Angabe in Prozenten.

Tabelle IX.

Verhältnis der größten und kleinsten relativen Monatsmengen des Regenfalles zu den mittleren Mengen.

	Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
						M						
Salzburg	2·6	2·6	2·3	2·1	2·1	2·0	1·8	1·9	2·7	2·3	2·3	2·4
Gastein	2·9	2·9	2·1	2·0	2·3	1·8	1·7	1·8	2·1	2·5	2·2	3·0
Klagenf.	4·3	3·4	2·5	2·3	2·6	2·1	1·7	2·2	1·9	1·9	2·5	2·7
Laibach	2·9	3·9	2·2	2·8	2·8	2·0	1·8	2·0	2·3	2·0	2·1	2·7
Görz	2·5	4·3	2·7	2·8	2·4	2·6	2·6	1·9	2·2	2·2	2·3	2·9
Triest	2·5	3·9	2·6	2·3	3·4	2·3	2·2	3·1	2·1	1·8	2·3	2·5
Pola	3·4	5·1	2·1	2·6	2·9	2·6	3·1	4·1	2·4	2·0	2·2	3·2
Lesina	2·2	3·7	3·0	3·1	2·5	2·7	5·7	9·6	2·7	3·1	3·0	2·4
						m						
Salzburg	19	9	36	16	35	47	44	16	21	21	11	5
Gastein	16	8	38	32	34	46	58	35	29	12	14	16
Klagenf.	6	0	21	21	10	32	12	17	19	8	10	0
Laibach	8	4	8	15	29	21	28	31	22	6	8	11
Görz	0	0	1	23	28	24	24	32	14	11	5	10
Triest	0	0	0	11	13	22	17	13	18	3	1	7
Pola	7	0	14	15	28	23	14	5	3	5	7	11
Lesina	22	5	12	13	4	6	0	0	1	12	19	11

Von den größten beobachteten Monatsmengen des Regenfalles gehen im allgemeinen jene der trockenen Monate am meisten, jene der nassen Monate am wenigsten über den Mittelwert hinaus. Von den kleinsten zur Beobachtung gelangten Monatsmengen bleiben jene der trockenen Monate am meisten, jene der nassen Monate am wenigsten hinter dem Mittelwert zurück, ausgenommen die Stationen der Übergangszone, wo die kleinsten beobachteten Mengen der Herbstmonate gleichfalls tief unter dem Mittel bleiben.

Zur Darstellung der Art und Weise, wie sich die Beträge der relativen Regenhöhen auf das Intervall zwischen ihren Grenzwerten verteilen, dient folgende Tabelle X von Schwellenwerten. Während es bei der Gruppierung absoluter Regenmengen nach Schwellenwerten üblich ist, eine geringe Stufenhöhe zu wählen, erschien hier eine Treppe mit wenigen hohen Stufen ausreichend. In diesem Falle war es passender, die Regenmengen nicht nach sukzessiven Prozenten der Jahressumme, sondern nach von 0·5 zu 0·5 fortschreitenden Werten des pluviometrischen Koeffizienten zu gruppieren.

Tabelle X.

Schwellenwerte der relativen Monatsmengen des Regenfalles.

	Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
						Salzburg						
0—½	**23**	**21**	10	5	3	—	—	1	3	9	**18**	13
½—1	11	10	**22**	**19**	10	4	3	6	8	**18**	12	**15**
1—1½	2	5	4	9	**14**	12	9	**11**	**19**	8	6	**7**
1½—2	—	—	—	3	4	**14**	**12**	**7**	4	1	—	1
2—2½	—	—	—	—	4	2	9	**7**	1	—	—	—
2½—3	—	—	—	—	1	3	2	4	—	—	—	—
über 3	—	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	—
						Gastein						
0—½	**23**	**16**	14	8	2	—	—	—	3	8	**12**	**14**
½—1	11	15	**17**	**17**	**17**	7	2	5	9	**12**	**12**	12
1—1½	2	4	5	9	13	**18**	12	5	**15**	10	11	7
1½—2	—	1	—	2	3	9	**15**	**18**	5	4	1	2
2—2½	—	—	—	—	1	2	6	6	4	2	—	1
2½—3	—	—	—	—	—	—	1	2	—	—	—	—
über 3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
						Klagenfurt						
0—½	**27**	**24**	14	9	3	1	3	2	4	3	**14**	**16**
½—1	7	7	**16**	**19**	10	8	6	9	6	9	8	9
1—1½	1	4	5	4	**14**	**14**	10	**11**	**14**	**10**	7	7
1½—2	1	1	1	4	5	10	**11**	7	9	8	6	4
2—2½	—	—	—	—	3	2	6	4	3	6	1	—
2½—3	—	—	—	—	—	1	—	2	—	—	—	—
über 3	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—	—	—
						Laibach						
0—½	**19**	**20**	12	6	6	2	3	5	4	3	9	**13**
½—1	13	10	**13**	**20**	13	9	**13**	**10**	10	6	8	11
1—1½	2	3	9	6	**14**	**12**	10	9	**13**	**10**	**11**	7
1½—2	2	1	2	3	2	9	7	9	5	9	5	3
2—2½	—	2	—	1	—	4	3	3	3	5	3	2
2½—3	—	—	—	—	1	—	—	—	1	3	—	—
über 3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Tabelle X (Fortsetzung).

	Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
						Görz						
0—½	**21**	**19**	12	10	5	2	6	4	6	4	9	11
½—1	8	11	8	**12**	8	**11**	**16**	**18**	7	6	**9**	**13**
1—1½	7	3	**13**	10	**16**	10	10	8	**14**	7	9	7
1½—2	—	1	2	3	5	6	1	6	2	**7**	4	2
2—2½	—	1	1	1	1	5	3	—	6	7	5	3
2½—3	—	1	—	—	1	1	—	—	1	3	—	—
über 3	—	—	—	—	—	1	—	—	—	2	—	—
						Triest						
0—½	**16**	**16**	10	**12**	6	3	8	9	5	4	6	11
½—1	12	10	**13**	9	**16**	8	**15**	**12**	8	4	**13**	**13**
1—1½	8	**7**	11	10	11	**14**	8	5	**9**	**11**	8	8
1½—2	—	1	—	4	2	5	5	8	7	5	7	2
2—2½	—	1	2	1	—	4	—	1	5	8	2	2
2½—3	—	1	—	—	—	—	—	—	2	4	—	—
über 3	—	—	—	—	1	2	—	1	—	—	—	—
						Pola						
0—½	**16**	**16**	8	5	11	4	**17**	12	7	3	5	**9**
½—1	13	12	**12**	**16**	**13**	**16**	15	**14**	**11**	6	**12**	7
1—1½	3	5	10	8	7	13	2	3	5	7	7	8
1½—2	2	1	6	6	4	—	2	5	9	**10**	5	6
2—2½	2	1	—	—	1	1	—	—	1	5	3	2
2½—3	—	—	—	1	—	2	—	1	3	4	4	3
über 3	—	1	—	—	—	—	—	1	—	1	—	1
						Lesina						
0—½	4	9	6	6	**16**	**16**	**32**	**22**	**11**	4	4	5
½—1	**13**	8	**11**	**18**	14	13	2	10	**11**	8	7	4
1—1½	9	**11**	**11**	9	4	5	1	3	3	**11**	7	**11**
1½—2	5	7	6	1	2	2	1	—	6	6	5	5
2—2½	3	—	1	—	—	—	—	—	3	5	**9**	5
2½—3	2	—	—	2	—	—	—	—	2	—	—	—
über 3	—	1	1	—	—	—	—	1	—	2	4	3

Die 27 zur Beobachtung gelangten Werte über der Schwelle 3 zeigen folgende räumliche Verteilung:

	Salzburg	Gastein	Klagen-furt	Laibach	Görz	Triest	Pola	Lesina
3—3½	2	—	2	—	2	3	1	7
3½—4	—	—	—	—	1	1	2	2
4—4½	—	—	—	—	—	—	1	1
4½—5	—	—	—	—	—	—	—	1
5—5½	—	—	—	—	—	—	—	—
5½—6	—	—	—	—	—	—	—	1

Die folgende Tabelle XI zeigt die prozentische Häufigkeit der pluviometrischen Koeffizienten < 1 oder negativen pluviometrischen Exzesse, womit zugleich die Häufigkeit der Koeffizienten > 1 oder positiven Exzesse gegeben ist.

Tabelle XI.

Prozentische Häufigkeit pluviometrischer Koeffizienten < 1.

	Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
Salzburg	94	86	89	67	36	11	8	19	31	75	83	78
Gastein	94	86	86	69	53	19	6	14	33	56	67	72
Klagenfurt	94	86	83	78	36	25	25	31	28	33	61	69
Laibach	89	83	69	72	53	31	44	42	39	25	47	67
Görz	81	83	56	61	36	36	61	61	36	28	50	67
Triest	78	72	64	58	61	31	64	58	36	22	53	67
Pola	81	78	56	58	67	56	89	72	50	25	47	44
Lesina	47	47	47	67	83	81	94	89	61	33	31	25

Während es im Norden und Süden gleich wahrscheinlich ist, daß im durchschnittlich trockensten Monate der pluviometrische Exzeß negativ bleibt, ergibt sich die Wahrscheinlichkeit, daß im nässesten Monate der pluviometrische Exzeß positiv wird, im Norden größer als im Süden.

Betreffs der pluviometrischen Koeffizienten $K > 1$ interessiert noch die Abnahme ihrer prozentischen Gesamthäufigkeit mit der Größe nach Stationen angeordnet:

	Salzburg	Gastein	Klagenfurt	Laibach	Görz	Triest	Pola	Lesina
1—2	35·2	39·6	38·9	37·7	35·4	36·1	31·0	30·3
2—3	7·6	5·8	6·5	7·2	9·3	7·6	7·9	7·4
3—4	0·5	—	0·5	—	0·7	0·9	0·7	2·1
4—5	—	—	—	—	—	—	0·2	0·7
5—6	—	—	—	—	—	—	—	0·2

Es zeigt sich eine Vermehrung des Auftretens abnorm großer monatlicher Regenmengen unter gleichzeitiger Abnahme der Häufigkeit mäßig großer in der Richtung gegen Süden. Man hat es hier mit den Anfängen des Phänomens zu tun, daß mit zunehmender Entwicklung einer Trockenzeit das Verhältnis des in einem kürzeren Zeitraume möglichen Regenfalles zur Jahresmenge des Niederschlages wächst, bis schließlich in Wüstengebieten die Wassermenge eines einzigen Gusses die ganze Jahresmenge ausmachen kann.

Der in Lesina einmal aufgetretene exzeptionelle Wert von 46·9% fügt sich ziemlich naturgemäß in die Anordnung der größten relativen Monatsmengen als Schlußglied ein. Insofern ist dieser Wert allerdings abnorm, als er nicht in der Regenzeit, sondern gegen Ende der Trockenzeit auftrat. Doch schien es mir nicht statthaft, diesen Wert, obschon er manche Mittelbildungen störend beeinflußt, bei den Berechnungen zu ignorieren.

Die unterste Stufe der Schwellenwerte bedarf noch einer Ergänzung durch Angabe der Häufigkeit regenloser Monate. Im folgenden ist die Zahl der Fälle angegeben, in welchen in jedem Monate die Regenmenge unter 1% der Jahresmenge blieb, und die Zahl jener Fälle, in welchen absolute Regenlosigkeit herrschte, in Klammern beigefügt.

	Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
Salzburg	3	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1
Gastein	3	3	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—
Klagenfurt	8	8 (1)	—	—	—	—	—	—	—	1	3	3(1)
Laibach	2	4	1	—	—	—	—	—	—	1	1	1
Görz	5 (2)	8 (2)	2	—	—	—	—	—	—	—	2	1
Triest	4 (1)	7 (4)	4 (1)	1	—	—	—	—	—	1	1	1
Pola	1	4 (1)	—	—	—	—	2	2	1	1	2	—
Lesina	—	1	—	—	1	3	11 (6)	6 (2)	4	—	—	—

Für die prozentische Gesamthäufigkeit regenloser Monate erhält man folgende Werte:

	Salzburg	Gastein	Klagenfurt	Laibach	Görz	Triest	Pola	Lesina
$h < 1\%$	1·4	1·9	5·3	2·3	4·1	4·4	3·0	6·0
$h = 0$	—	—	0·5	—	0·9	1·4	0·2	1·9

Die Wahrscheinlichkeit des Vorkommens eines nahezu niederschlagsfreien Monates ist im heiteren Winter auf der Südseite der Tauern fast ebenso groß wie im Hochsommer auf Lesina, wogegen absolut regenlose Monate doch an letzterem Orte viel weniger selten sind.

Die folgende Tabelle XII enthält die mittleren Abweichungen der relativen Monatsmengen des Niederschlages.

Im allgemeinen entsprechen den durchschnittlich trockenen Monaten kleinere, den nassen größere mittlere Abweichungen der Regenmenge. Der kleinste Wert der mittleren Abweichung trifft in allen Stationen zeitlich genau mit dem Minimum des Regenfalles zusammen. Dagegen zeigt sich nur in den Stationen der Übergangszone ein Zusammenfallen des ersten und zweiten Maximums der mittleren Abweichung mit den entsprechenden Extremen des monatlichen Regenfalles.

Nord- und südwärts von dieser Zone erfährt das Anschwellen der mittleren Abweichung im Laufe der nassen Jahreszeit eine vorübergehende Hemmung. Es kommt zur Bildung zweier an den Beginn und

Tabelle XII.

Mittlere Abweichung aer relativen Monatsmengen des Regenfalles.

	Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
Salzburg	1·9	2·5	2·0	2·4	3·8	3·5	3·5	4·7	3·4	2·6	2·3	2·7
Gastein	1·9	2·8	2·2	2·3	2·8	3·0	2·9	3·3	3·4	3·7	3·3	3·4
Klagenf.	2·2	2·6	2·4	2·7	4·0	3·4	4·0	4·5	3·6	4·7	4·2	3·6
Laibach	2·6	3·3	2·7	2·8	3·2	3·4	3·6	3·8	3·8	4·7	4·2	3·6
Görz	3·0	3·7	3·8	3·5	3·1	4·8	3·2	3·2	4·4	5·5	4·6	4·1
Triest	2·8	4·3	3·5	3·8	3·2	4·1	3·2	4·6	5·1	5·7	4·4	3·4
Pola	3·5	4·2	3·6	3·6	3·8	3·2	2·7	4·6	5·5	4·7	5·2	5·6
Lesina	4·5	4·7	4·3	3·5	2·9	2·9	1·9	3·7	5·4	5·1	6·9	6·2

Abschluß der Regenzeit gerückter Maxima der mittleren Abweichung und das relative Minimum zwischen ihnen fällt dann auf den Monat des maximalen Niederschlages oder auf dessen Nachbarschaft. In dieser Relation spricht sich die Tendenz zu konstant großem Regenfalle in der Mitte der Hauptregenzeit aus.

Die Schwankungen der Maxima und Minima der jährlichen Regenkurve.

Die Verschiebungen, welchen der Eintritt der größten und kleinsten Monatsmengen des Niederschlages unterworfen ist, bringen es mit sich, daß in der mittleren Regenschwankung der durchschnittlich eintretende Gegensatz zwischen dem nässesten und trockensten Monate stark abgeschliffen erscheint. Bei der Darstellung der jährlichen Niederschlagsverteilung ist darum auch die Angabe der mittleren aperiodischen Extreme wichtig. Die folgende Tabelle XIII enthält die aperiodischen Mittelwerte der relativen Regenmengen der drei regenreichsten und der drei regenärmsten Monate und ihr Prozentverhältnis zu den periodischen Mitteln.

Tabelle XIII.

Aperiodische Mittelwerte der größten und kleinsten relativen Monatsmengen des Regenfalles.

	H_1	H_2	H_3	h_3	h_2	h_1	H_1	H_2	H_3	h_3	h_2	h_1
Salzburg	19·8	15·0	12·5	3·9	2·8	1·8	133	112	94	73	65	50
Gastein	18·0	14·7	12·7	4·1	2·9	1·5	128	107	111	73	60	41
Klagenfurt	18·6	15·2	13·1	3·6	2·4	1·0	155	128	113	64	61	31
Laibach	18·1	14·7	12·6	4·2	3·0	1·8	148	137	125	67	58	38
Görz	19·8	15·0	12·6	3·9	2·7	1·2	150	130	124	57	53	26
Triest	19·8	15·1	12·5	3·8	2·5	1·2	154	135	115	54	42	24
Pola	21·3	15·9	12·5	3·6	2·7	1·5	164	151	120	58	45	30
Lesina	24·1	15·9	13·1	2·8	2·0	0·9	176	120	112	56	41	36

Beim regenreichsten Monate vergrößert sich der Unterschied zwischen dem aperiodischen und periodischen Mittel rasch in der Richtung gegen die Adria hinab; ebenso zeigt sich bei den Werten von h_2 und h_3 eine allmähliche Zunahme dieses Unterschiedes gegen Süden. Dagegen scheint beim regenärmsten Monate und bei den Werten von H_2 und H_3 das Maximum dieses Unterschiedes schon in die Übergangszone zu fallen.

Gleichwie bei den numerischen Extremen *(H, h)* zeigen auch bei den formellen *(M, m)* die aperiodischen Mittel einen Überschuß, beziehungsweise Fehlbetrag gegenüber den periodischen. Die aperiodischen Mittelwerte der Größen M_1 und m_1 sind den schon in der vorigen Tabelle mitgeteilten von H_1 und h_1 gleich. Als aperiodische Mittel der Größen H_2 und m_2 und der Differenz M_1-m_1 und als deren Prozentverhältnis *(p)* zu den periodischen Mitteln ergaben sich nachstehende Werte:

	Salzburg	Gastein	Klagenfurt	Laibach	Görz	Triest	Pola	Lesina
M_2	12·7	13·1	14·4	14·1	14·3	14·4	14·6	14·0
p	223	—	131	132	124	129	170	156
m_2	3·7	3·9	3·1	3·7	3·5	3·2	3·0	2·6
p	70	—	29	38	44	43	50	30
M_1-m_1	18·0	16·5	17·6	16·3	18·6	18·6	19·8	23·2
p	159	159	200	217	216	233	248	207

Die mittlere aperiodische Regenschwankung ist schon im Gebiet der regelmäßigen Sommerregen auf der Nordseite der Alpen um mehr als die Hälfte größer als die periodische und steigt sodann im südlichen Teil der Übergangszone auf das Zweieinhalbfache der periodischen Schwankung an. Die mittlere Regenkurve liefert demnach ein sehr abgeschwächtes Bild des durchschnittlich zu erwartenden Gegensatzes zwischen dem nässesten und trockensten Monate eines Jahres.

Die höchsten und niedrigsten im untersuchten Zeitraume beobachteten Werte des primären Maximums und Minimums und der Regenschwankung sind:

		Salzburg	Gastein	Klagenfurt	Laibach	Görz	Triest	Pola	Lesina
M_1	h	27·0	24·7	26·1	24·7	30·4	27·8	33·7	46·9
	n	12·6	14·0	14·2	12·1	13·3	13·6	13·7	16·5
m_1	h	3·9	3·5	2·4	3·9	3·1	4·5	5·5	3·3
	n	0·3	0·4	0·0	0·2	0·0	0·0	0·0	0·0
M_1-m_1	h	25·6	24·3	25·9	24·0	29·8	26·5	32·4	46·9
	n	10·9	11·9	12·1	8·2	11·1	11·3	9·8	13·2

Auch diese Tabelle läßt die starke Abschleifung der bestehenden pluviometrischen Gegensätze durch die Mittelkurve des Regenfalles gut erkennen. Die niedrigste im Lauf von 36 Jahren beobachtete relative Regenmenge des nässesten Monates ist — mit Ausnahme von Salzburg — noch ebenso groß oder selbst noch etwas größer als die mittlere Regenmenge des im Durchschnitt regenreichsten Monates. Der im selben Zeitraum eingetretene höchste Wert des Regenminimums bleibt in der Mehrzahl der Stationen noch hinter dem mittleren periodischen Minimum zurück und für die geringste vorgekommene Regen-

schwankung ergibt sich in allen Stationen — ausgenommen Salzburg — ein größerer Betrag als für die mittlere periodische Amplitude.

Die Art und Weise wie sich die Regenschwankungen über das Intervall zwischen ihren Grenzwerten verteilen, ist aus folgender Zusammenstellung ersichtlich:

Tabelle XIV.

Schwellenwerte der Regenschwankung.

%	Salzburg	Gastein	Klagenfurt	Laibach	Görz	Triest	Pola	Lesina
unter 10	—	—	—	1	—	—	1	—
10·0—12·4	2	1	2	2	3	2	2	—
12·5—14·9	4	10	8	10	3	3	3	1
15·0—17·4	12	12	8	10	8	10	5	6
17·5—19·9	8	10	12	8	10	8	6	6
20·0—22·4	4	2	3	4	7	8	4	9
22·5—24·9	5	1	1	1	3	4	12	2
25·0—27·4	1	—	2	—	1	1	—	4
27·5—30·0	—	—	—	—	1	—	—	3
über 30	—	—	—	—	—	—	3	5

Von den Amplituden über 30% liegen die drei in Pola aufgetretenen und zwei von denen in Lesina zwischen 30·0 und 32·5, von den andern übersteigen zwei noch 40%.

Bemerkenswert ist es, daß in den die Regenschwankung betreffenden Zahlenreihen überall Laibach an letzter Stelle steht. Der Scheitelwert der Schwankung liegt, wie die vorstehende Tabelle zeigt, in dieser Station am tiefsten.

Für die mittlere Abweichung der Extreme erster und zweiter Ordnung und für die mittlere Abweichung der Regenschwankung ergeben sich die folgenden Werte:

	Salzburg	Gastein	Klagenfurt	Laibach	Görz	Triest	Pola	Lesina
M_1	2·8	2·2	2·4	2·2	2·8	2·7	3·4	5·1
M_2	2·4	2·3	1·7	1·7	2·2	2·2	2·2	2·4
H_2	2·0	1·4	1·3	1·5	2·1	1·9	1·7	2·5
h_2	0·9	0·7	0·9	0·7	0·9	1·0	0·9	0·8
m_2	1·3	1·3	1·2	0·8	1·0	1·5	1·1	1·2
m_1	0·7	0·6	0·6	0·9	0·8	0·8	0·9	0·7
$M_1—m_1$	2·9	2·2	2·6	2·7	3·2	2·8	3·7	5·4

Die relative Regenmenge des nässesten Monates zeigt sich in Lesina mehr als zweimal so veränderlich als in den ostalpinen Tälern. Dementsprechend ist auch die Veränderlichkeit der Regenschwankung in Mitteldalmatien mehr als doppelt so groß als in den inneren Teilen der Ostalpen. Das zweite Maximum der Regenkurve ist an den meisten Stationen veränderlicher als die Regenmenge des zweitnässesten Monates. Desgleichen unterliegt die Größe m_2 allerorts größeren Schwankungen als h_2. Eine nennens-

werte Änderung in der Richtung von Nord gegen Süd ist bei der mittleren Abweichung der kleinsten Monatsmengen des Niederschlages nicht erkennbar.

Außer den periodischen und aperiodischen Jahresextremen ist bei der jährlichen Regenverteilung noch eine Kategorie von Extremen von Interesse, welche eine Mittelstellung zwischen den vorgenannten einnehmen. In einer Region mit Äquinoktialregen sind nicht nur die mittleren relativen Regenmengen des im Durchschnitt regenreichsten Frühlings- und Herbstmonates und die größte im Jahre durchschnittlich auftretende Monatsmenge von Bedeutung, sondern auch die größten Monatsmengen, welche in jeder der beiden Regenzeiten jährlich zu erwarten sind. In einem Gebiete mit scharf ausgeprägter einfacher Regenperiode ist die im Mittel größte Monatsmenge des Niederschlages auch schon das aperiodische Maximum einer einzigen Jahreszeit oder wenigstens eines Jahresdrittels oder einer Jahreshälfte. In einer Region mit mehreren Regenzeiten wird jedoch das mittlere aperiodische Maximum des ganzen Jahres das für die regenreichste Jahreszeit abgeleitete noch übertreffen.

Die mittleren aperiodischen Extreme der Regenzeiten und Trockenperioden wären wohl eine passende Ergänzung zu den abgestumpften Extremwerten der Durchschnittskurve des Regenfalles; sie lassen sich aber nicht in völlig einwandfreier Form bestimmen. Nicht gar selten wird auch in jenem Monate, welchem in der Mittelkurve das zwei Regenzeiten trennende Minimum entspricht, ein Maximalwert der Regenmenge fallen. Rechnet man alle in einem solchen Monat eingetretenen Maxima zu einer der benachbarten Regenzeiten, so ist dies inkorrekt, da diese intermediären Maxima von zweifacher Herkunft sein können. Will man aber in jedem Einzelfalle feststellen, ob man es mit einer Verspätung der vorausgehenden oder mit einer Verfrühung der nachfolgenden Regenzeit zu tun hat, so wird sich hiebei Willkür auch nicht ganz vermeiden lassen.

So schien es mir gewagt, in der Übergangszone die größten monatlichen Regenmengen der ersten Jahreshälften auf die Frühlings- und Frühsommerregen aufzuteilen. Ich beschränkte mich auf eine Scheidung der größten Monatsmengen des Niederschlages vor und nach der sommerlichen Trockenzeit. Der Trennungsmonat Juli wurde hiebei zur ersten, der Jänner zur zweiten Gruppe gezogen. In ähnlicher Weise wurden die Mittelwerte der kleinsten im Winter- und Sommerhalbjahr auftretenden relativen Monatsmengen des Niederschlages bestimmt. Als ersteres Halbjahr kam November bis April, als letzteres Mai bis Oktober in Betracht.

Die folgende Tabelle enthält die so gewonnenen Werte (die Indizes bezeichnen die Jahreszeit) und zum Vergleiche die periodischen (M', m') und aperiodischen Extreme $(M, m.)$ der betreffenden Jahreszeiten.

	M'_f	M_f	M_2	M'_h	M_h	M_1	m'_w	m_w	m_2	m'_s	m_s	m_1
Görz	11·5	15·2	14·3	13·2	17·5	19·8	4·6	1·7	3·5	8·0	4·0	1·2
Triest	11·2	15·0	14·4	12·9	18·1	19·8	4·9	2·0	3·2	7·5	3·4	1·2
Pola	8·6	14·5	14·6	13·0	20·4	21·3	6·0	2·5	3·0	5·0	2·7	1·5
Lesina	9·0	13·8	14·0	13·7	22·2	24·1	8·7	3·1	2·6	2·5	0·9	0·9

Das aperiodische Maximum der kleineren Regenzeit ist am Nordrande der Adria etwas größer, weiter südwärts fast ebenso groß als das zweite aperiodische Maximum des ganzen Jahres. Das aperiodische Minimum der kleineren Trockenzeit ist — ausgenommen Pola — ein wenig größer als das zweite aperiodische Jahresminimum. Betreffs Pola wäre noch zu bemerken, daß dort, obschon in der Mittelkurve das Hauptminimum auf den Sommer fällt, das durchschnittliche Minimum des Winterhalbjahres ein wenig kleiner ist als das der wärmeren Jahreshälfte.

Es war von Interesse, eine Untersuchung darüber anzustellen, inwieweit sich die im vorigen erörterten Verschiebungen und Schwankungen der sechs extremen Monatswerte der jährlichen Niederschlagsverteilung noch in Verschiedenheiten der aus kürzeren Perioden abgeleiteten mittleren Regenkurven äußern. Ich habe zu dem Zwecke die Niederschlagsverteilung für die drei Drittel des ganzen untersuchten Zeitraumes, das ist für drei aneinanderschließende zwölfjährige Perioden, getrennt bestimmt. Die folgende Tabelle XV bringt das hiebei gewonnene Ergebnis. Die drei Perioden 1869—80, 1881—92 und 1893—1904 sind mit fortlaufenden römischen Ziffern bezeichnet. Die Prozentzahlen beziehen sich auf Monate von gleicher Länge.

Nach dieser Tabelle hat es fast den Anschein, als ließen sich die beiden Regenmaxima der Übergangszone schon durch kürzer dauernde Aufzeichnungen richtig fixieren als die Hauptregenzeiten weiter im Norden und Süden. Auffallend ist es, daß am Nordrande der Alpen, wo doch — innerhalb des hier in Betracht gezogenen Gebietes — die größte Periodizität der Niederschläge herrscht, in drei aufeinanderfolgenden zwölfjährigen Mitteln alle drei Sommermonate die Rolle des regenreichsten spielen können. In den Zentralalpen schwankt das Maximum in kürzeren Reihen nur zwischen Juli und August, dagegen liefern im Drautale — entsprechend der dort herrschenden Unentschlossenheit, ein sommerliches oder herbstliches Hauptmaximum zu entwickeln — drei zwölfjährige Mittel ganz verschiedene Bilder der Niederschlagsverteilung, wie auch die von Hann (l. c. p. 131) bestimmten neun Dekadenmittel von Klagenfurt, in welchen das Hauptmaximum des Regenfalles auf Juli, August oder Oktober fällt.

Bemerkenswert ist nun die Regelmäßigkeit, mit welcher in der Übergangszone zwischen den Alpen und der Adria in drei zwölfjährigen Reihen das Hauptmaximum auf die Herbstmitte und ein zweites Maximum auf den Beginn des Sommers fällt. Dagegen zeigt sich hier im Frühlinge die Regenverteilung als sehr wechselnd. Hervorzuheben wäre, daß im Übergangsgebiete in den Dodekadenmitteln fast stets ein tertiäres Frühlingsmaximum auftritt, aber zeitlich derart schwankt, daß es im 36jährigen Mittel ganz verschwindet. Erst in Pola schränkt sich dieses Schwanken so weit ein, daß auch im langjährigen Mittel ein Frühlingsmaximum verbleibt. In Lesina tritt auch in einem unserer Dodekadenmittel noch ein Junimaximum auf, wie dies in dem eingangs genannten Mittelwerte Hann's der Fall ist. Das Hauptmaximum verliert im Adriagebiete an zeitlicher Beständigkeit, indem es in zwölfjährigen Mitteln in Südistrien auf zwei, in Lesina auf drei verschiedene Monate fallen kann.

Das Winterminimum des Regenfalles trifft im Mittel aus kurzen Reihen entweder auf Jänner oder Februar. Das Minimum zwischen Frühlings- und Frühsommermaximum kann im Übergangsgebiete auf alle drei Frühjahrsmonate fallen. Das Sommerminimum erscheint, soweit es in der 36jährigen Reihe auf den Juli fällt, auch in den Dodekadenmitteln stets in diesem Monat. Weiter nordwärts, wo es sich im langjährigen Mittel auf den Herbstbeginn verschiebt, kann es in kürzeren Reihen in jedem der drei Monate zwischen Sommer- und Herbstmaximum des Regenfalles eintreten. Monate, auf welche auch in den Dodekadenmitteln niemals ein Maximum fiel, sind Jänner, Mai und September; Monate, auf welche in diesen Mitteln nie ein Minimum zu liegen kam, Juni und Dezember. Das Fehlen eines Maimaximums des Niederschlages in allen meinen Mittelwerten ist insofern eigentümlich, als ein solches nicht nur in den älteren Mitteln Hann's und Seidl's, sondern auch in einigen der von Krebs (Geographie von Istrien) jüngst angegebenen Mitteln (Görz und Triest) vorkommt, welche aus der Periode 1891—1900 abgeleitet sind, die doch zum Teil in meine zweite, zum Teil in meine dritte Dodekade fällt. Zum Schlusse sei noch darauf hingewiesen, daß, abzüglich Lesina, in der Hälfte der zwölfjährigen Mittel auf Dezember ein untergeordnetes Maximum und auf November ein untergeordnetes Minimum des Regenfalles zu liegen kommt.

Tabelle XV.

Dodekadenmittel der jährlichen Periode des Regenfalles.

	Jänner	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
						Salzburg						
I	3·5*	5·1	6·2	8·1	10·3	11·5	13·7	**14·6**	8·4	5·6	7·0	6·0
II	3·8	3·2*	4·4	6·0	9·0	**15·6**	15·5	12·7	12·0	6·8	4·8*	**6·2**
III	3·5*	4·4	5·9	8·0	11·7	12·8	**15·6**	12·9	9·0	7·3	4·0*	**4·9**
						Gastein						
I	3·6*	5·2	5·3	6·5	8·3	10·7	13·0	**14·8**	9·8	7·0*	**8·5**	7·3
II	2·9*	3·6	5·2	6·7	8·4	12·2	14·6	**14·6**	11·0	9·2	5·6*	**6·0**
III	4·6*	5·7	6·3	7·1	9·5	11·2	**13·6**	12·9	9·4	8·8	5·4*	**5·5**
						Klagenfurt						
I	2·4*	3·9	5·5	6·9	11·1	11·5	**12·0**	10·5	10·3	9·5	9·0	7·4
II	2·6	2·4*	5·6	6·9	8·0	10·7	13·1	**14·1**	11·8*	**13·6**	6·4	4·8
III	4·4*	5·3	5·8	6·5	11·4	**12·8**	10·8*	**11·0**	9·7*	**9·9**	5·9*	**6·5**
						Laibach						
I	4·2*	**5·3**	5·0*	7·0	9·1	**9·9**	9·6*	**10·5**	9·5*	**11·1**	10·4	8·4
II	4·7	3·6*	6·9	**7·7**	6·4*	**10·9**	10·8	10·3	9·7*	**14·1**	8·8	6·1
III	5·1*	6·7	**7·1**	6·9*	9·1	**11·3**	9·8	8·7*	10·7	**11·3**	6·3*	**7·0**
						Görz						
I	5·3	5·1*	5·2	7·0	9·1	**10·1**	8·2*	8·8	10·9	**12·0**	10·1	8·2
II	3·4	3·4*	8·1	**8·6**	8·0*	**13·0**	8·0*	8·3	9·4	**14·8**	9·3	5·7
III	4·9*	6·7	**7·2**	6·6*	10·0	**11·4**	7·9*	8·1	10·0	**12·5**	7·0*	**7·7**
						Triest						
I	5·2*	**6·3**	5·2*	7·0	8·9	**10·6**	7·0*	8·2	10·3	**13·3**	9·9	8·1
II	3·7*	3·8	8·1	**8·4**	7·2*	**13·4**	7·0*	7·9	11·7	**14·2**	8·6	6·0
III	5·8*	7·6	**7·6**	7·0*	8·5	**9·7**	8·5*	8·9	10·7	**11·3**	6·9*	**7·5**
						Pola						
I	6·2	6·1	5·9*	**7·7**	7·5*	**8·7**	5·0*	9·0	9·2	11·4	**13·5**	9·8
II	5·4	4·5*	**9·9**	7·9	5·4*	**9·2**	4·9*	7·1	9·5	**15·7**	9·7*	**10·8**
III	6·4*	7·9	8·0	**9·1**	7·4*	**7·9**	5·0*	7·1	10·6	**11·9**	8·2*	**10·5**
						Lesina						
I	9·3*	**10·3**	8·5	7·4	5·7	4·8	1·8*	**8·1**	7·6*	9·8	**15·1**	11·6
II	10·9	6·4*	**10·6**	8·4	3·1*	**5·6**	2·3*	3·1	9·2	**14·3**	13·8	12·3
III	9·8	9·5	8·0	7·2	6·9	4·5	3·3*	3·4	8·5	11·0	12·2	**15·7**

Die Veränderlichkeit der jährlichen Regenperiode.

Die Darstellung der Veränderlichkeit der jährlichen Regenperiode durch Angabe der Häufigkeit, in welcher die Hauptextreme auf verschiedene Kombinationen von Monaten fallen, soll hier wegen der großen Zahl der gegebenen Kombinationen nur auszugsweise geschehen. Im folgenden ist die häufigste *(h)* und die mittlere *(m)* zeitliche Kombination der Hauptextreme $(H_1$ und $h_1)$ und die Zahl der Fälle, in welchen beide eintraten, angegeben:

	Salzburg	Gastein	Klagenfurt	Laibach	Görz	Triest	Pola	Lesina
Häufigste Kombination	Juli, Jänn. Aug., Febr. 6	Aug., Febr. Aug., Okt. 4	Aug., Jänn. 4	Okt., Jänn. 3	Okt., Jänn. 3	Okt., Febr. 4	[1] 2	Nov., Juli 5
Mittlere Kombination	Juli, Jänn. 6	Aug., Jänn. 3	Juli, Jänn. 3	Okt., Jänn. 3	Okt., Jänn. 3	Okt., Jänn. 2	Okt., Juli 1	Nov., Juli 5

[1] Sechs verschiedene Kombinationen.

Die Zahl der in 36 Jahren vorgekommenen Kombinationen und die Gruppierung derselben nach ihrer Häufigkeit ist aus folgender Zusammenstellung zu ersehen:

	Salzburg	Gastein	Klagenfurt	Laibach	Görz	Triest	Pola	Lesina
Zahl der Kombinationen	15	18	23	28	27	26	30	22
1mal	6	7	15	21	19	19	24	14
2 »	3	6	4	6	7	5	6	5
3 »	4	3	3	1	1	1	—	1
4 »	—	2	1	—	—	1	—	1
5 »	—	—	—	—	—	—	—	1
6 »	2	—	—	—	—	—	—	—

Die starke Abnahme der Periodizität des Regenfalles vom Nordrande der Ostalpen bis nach Istrien hinab und das dann weiter südwärts wieder stattfindende Anwachsen derselben kommt in diesen Zahlenreihen gut zum Ausdrucke.

Die zweithäufigsten Kombinationen waren in Salzburg: Juli mit November und Dezember, ferner Mai und August mit Jänner; in Gastein: Juli mit Dezember und Jänner sowie August mit Jänner; in Klagenfurt: Juli und Oktober mit Jänner und August mit Februar, in Triest: September mit November, in Lesina: Dezember mit Juli. Die mittlere zeitliche Kombination der Hauptextreme des Regenfalles war in Salzburg, Laibach, Görz und Lesina zugleich die häufigste, in Gastein und Klagenfurt die zweithäufigste, in Triest eine der dritthäufigsten, in Pola aber eine von jenen Kombinationen, welche im 36jährigen Zeitraume nur einmal auftraten.

Tabelle XVI.

Veränderlichkeit der jährlichen Periode des Regenfalles.

Salzburg

	I	II	III	IV	V	VI
I			7	**16**	—	
II			3	1	1	
III						
IV						
V			1	1	—	
VI			—	6	—	

Görz

	I	II	III	IV	V	VI
I	—	2	4	1	**7**	3
II	—	—	—	—	3	2
III	—	—	—	—	—	1
IV	—	—	1	—	1	—
V	—	—	2	—	2	—
VI	1	1	2	—	3	1

Gastein

	I	II	III	IV	V	VI
I			3	**12**	3	2
II			1	—	—	—
III						
IV						
V			—	4	—	—
VI			1	7	5	—

Triest

	I	II	III	IV	V	VI
I	—	3	2	—	**9**	2
II	—	—	—	—	3	—
III	—	—	1	—	—	—
IV	1	—	—	2	2	—
V	—	—	1	—	1	2
VI	1	1	—	—	6	—

Klagenfurt

	I	II	III	IV	V	VI
I	1		5	**10**	5	5
II	—		—	1	1	1
III	—		—	—	—	1
IV						
V	—		—	—	1	—
VI	—		2	2	3	—

Pola

	I	II	III	IV	V	VI
I	1	2	—	1	4	4
II	1	—	—	—	2	1
III	—	—	—	—	1	—
IV	1	—	1	1	**4**	5
V	—	—	—	1	2	2
VI	—	—	1	—	2	—

Laibach

	I	II	III	IV	V	VI
I	—	—	4	2	**8**	2
II	—	—	1	—	2	1
III	1	—	1	—	2	—
IV	—	—	—	—	1	1
V	—	—	2	—	1	—
VI	1	2	—	2	3	—

Lesina

	I	II	III	IV	V	VI
I	—	—		—	—	3
II	—	—		—	1	1
III	3	—		—	3	4
IV	2	2		1	3	**13**
V	—	—		—	—	2
VI						

Eine vollständige Darstellung der Veränderlichkeit der jährlichen Regenperiode läßt sich bringen, wenn man als Eintrittszeiten der Extreme statt der Monate nur Monatspaare in Betracht zieht. Bei unserer Untersuchung bietet sich hiebei der Vorteil dar, daß die Zahl der möglichen Kombinationen der Zahl der Beobachtungsjahre gleichkommt, so daß die Anzahl der Fälle, in welchen eine bestimmte zeitliche Kombination des Maximums mit dem Minimum eintrat, zugleich schon ein klarer Ausdruck für den Grad der Bevorzugung dieser Kombination ist. In der vorhergehenden Tabelle XVI bezeichnen die Kolonnen die Eintrittszeit des Maximums, die Zeilen die Eintrittszeit des Minimums der Niederschläge. Die aufeinanderfolgenden Monatspaare sind durch fortlaufende römische Ziffern bezeichnet.

In dieser Tabelle kommen die im Abschnitte über die Verschiebungen der Extreme getrennt erörterten Verhältnisse zu vereintem Ausdrucke. Es zeigt sich ein mit Steigerung der maximalen Häufigkeit verbundenes Zusammendrängen der vorkommenden Fälle auf eine geringere Zahl der möglichen gegen die Ränder des Gebietes hin.

In Pola fällt die häufigste Extremkombination nicht mehr mit der mittleren zusammen; letztere tritt nur mehr in jedem neunten Jahre auf und teilt dieses Maß von Wahrscheinlichkeit noch mit zwei anderen Kombinationen. In erster Linie erscheint die große Veränderlichkeit der jährlichen Niederschlagsverteilung in Südistrien durch das Hin- und Herpendeln des Minimums zwischen Winter und Sommer bedingt. Der Umstand, daß sowohl die Frühsommerregen der Südalpen als auch die Frühlingsregen Dalmatiens in der mittleren Regenkurve von Pola je ein Maximum verursachen, bedingt keineswegs auch ein im Vergleich zu den Nachbargebieten häufigeres Auftreten des Hauptmaximums im ersten Halbjahre. Jahrgänge, in welchen der regenreichste und regenärmste Monat einander benachbart waren (Fälle auf den Kreuzungsstellen der mit gleichen Ziffern versehenen Zeilen und Kolonnen unserer Tabelle) gab es in Pola und Triest je vier, in Görz drei, in Laibach und Klagenfurt je zwei und in Lesina einen. (Letzterer durch das abnorme Augustmaximum 1880 bedingt.)

Eine übersichtliche Zusammenstellung nach Stationen läßt sich für die Veränderungen der Regenperiode noch erzielen, wenn man eine geringere Zahl von Kombinationen der Extreme in Betracht zieht. Man könnte, obschon der meteorologische Jahresanfang mit dem bürgerlichen nicht zusammenfällt, eine Gruppierung nach Jahreszeiten vornehmen. Es läßt sich aber auch noch eine Sonderung nach Jahresdritteln in Erwägung ziehen. Der Nachteil noch etwas größeren Umfanges der in Kombination tretenden Zeitabschnitte wird durch den Vorteil einer bedeutenden Verminderung der Zahl der Kombinationen wettgemacht. Eine Einteilung des Jahres in Drittel ist zwar vom meteorologischen Standpunkte aus ganz unstatthaft, in klimatographischer Beziehung aber unter Umständen zulässig, zum Beispiel kühle, heiße und nasse Jahreszeit in den äußeren Tropen. Für eine übersichtliche Betrachtung der Regenverhältnisse ist eine Dreiteilung des bürgerlichen Jahres am Nord- und Südrande unseres Gebietes wohl am Platze. Das Fehlen einer stark ausgeprägten winterlichen Trockenzeit kann im Norden die Unterscheidung eines mittleren regenreichen und zweier seitlicher mäßig regenreicher Jahresdrittel rechtfertigen, im Süden eine Gliederung des Jahres in ein mäßig regenreiches, ein trockenes und ein sehr nasses Drittel begründen.

Im Kopfe der folgenden Tabelle XVII bezeichnen die römischen Ziffern das Jahresdrittel, in welchem das Maximum des monatlichen Regenfalles eintrat, die arabischen Ziffern das Jahresdrittel des Eintrittes des Minimums.

Auch in dieser Tabelle ist in Pola die mittlere Kombination der Hauptextreme nicht mehr die häufigste. Am veränderlichsten erscheint hier aber die Regenperiode in Triest, woselbst alle neun möglichen Extremkombinationen vorkamen.

In gleicher Weise, wie dies hier für das primäre Maximum und Minimum geschah, kann man auch für das erste und zweite Maximum und für das erste und zweite Minimum des monatlichen Regenfalles die verschiedenen zeitlichen Kombinationen in Tabellenform darstellen. Die Zahl der möglichen Kombinationen reduziert sich hier bei den Monatspaaren auf 30. Es erscheint genügend, einen kurzen Auszug aus den diesbezüglichen Tabellen mitzuteilen. Die folgende Zusammenstellung enthält die häufigste und zweithäufigste Kombination (beziehungsweise häufigsten Kombinationen) des primären und sekundären

Tabelle XVII.

Häufigkeit des Auftretens verschiedener Regenregime.

	I 1	I 2	I 3	II 1	II 2	II 3	III 1	III 2	III 3
Salzburg	—	—	—	**27**	—	8	1	—	—
Gastein	—	—	—	**16**	—	12	4	—	5
Klagenfurt	1	—	—	**16**	—	4	11	1	4
Laibach	—	1	3	7	1	4	**12**	4	4
Görz	2	—	3	5	1	5	**14**	1	6
Triest	3	1	2	2	3	1	**13**	2	9
Pola	4	1	—	1	2	2	11	**10**	6
Lesina	—	7	—	—	1	—	5	**22**	2

Maximums und Minimums und die Zahl der Fälle ihres Vorkommens. Die römischen Ziffern bezeichnen die Monatspaare, in welchen die primären Extreme eintraten, die arabischen Ziffern jene Paare, in welche die sekundären Extreme fielen. Durch fetten Druck sind die in der Mittelkurve vorhandenen Kombinationen hervorgehoben.

	Kombinationen von M_1 und M_2				Kombinationen von m_1 und m_2			
	häufigste		zweithäufigste		häufigste		zweithäufigste	
Salzburg	IV·3 und **IV·6**	6	IV·2 und III·4	5	I·5	9	I·2 und **I·6**	5
Gastein	IV·3	7	IV·6	6	I·2	8	VI·1	6
Klagenfurt	IV·3	7	V·4 und III·5	6	I·2 und I·6	7	**I·5**	5
Laibach	V·4	7	V·6	4	I·6	7	I·3 und VI·1	4
Görz	V·4	5	III·5, **V·3**, V·6	4	I·6 und VI·1	6	I·2	4
Triest	V·2 und **V·3**	6	V·4 und V·6	5	I·6	5	I·2, **I·4**, VI·4	3
Pola	V·2 und VI·2	5	V·1, **V·3**, VI·2	3	I·4	6	**IV·1**	4
Lesina	**VI·2**	9	VI·1	6	**IV·1**	7	IV·3	6

In Klagenfurt ist, obschon sich dort das Umspringen des Hauptmaximums vom Juli auf den Oktober vorbereitet, am häufigsten ein primäres Hochsommermaximum des Regenfalles mit einem sekundären Frühsommermaximum verbunden gleichwie in Salzburg und Gastein. Die mittlere Kombination: erstes Maximum im Hochsommer, zweites im Herbste, tritt nur sehr selten auf (2mal in 36 Jahren.) Die mittlere Kombination im Übergangsgebiete: primäres Herbst- und sekundäres Frühsommermaximum der Niederschläge ist in Laibach noch sehr selten (2mal in 36 Jahren), wird in Görz die zweithäufigste und erst in Triest die am häufigsten auftretende Kombination. In Pola tritt sie wieder an zweite Stelle zurück, um der Verbindung eines primären Herbstmaximums mit einem sekundären Frühlingsmaximum den Platz der häufigsten zu überlassen.

Die mittlere Kombination der Minima des Regenfalles im Übergangsgebiete: erstes Minimum im Winter, zweites im Hochsommer, zeigt sich in Laibach und Görz nur selten (2mal in 36 Jahren), in Triest wird sie die zweithäufigste und erst in Pola, wo die mittlere Verbindung schon die umgekehrte ist (in unserer 36jährigen Reihe), die am häufigsten eintretende Kombination. Am öftesten fallen im Übergangsgebiete das primäre und sekundäre Minimum auf die kalte Jahreszeit gleichwie auf der Nordseite der

Alpen. Nur ganz im Süden, in Lesina, ist sowohl bei den oberen als auch bei den unteren Extremen des monatlichen Regenfalles die mittlere Kombination zugleich die häufigste. Der zweithäufigste Fall ist in Lesina, daß das zweite Maximum im Winter, das zweite Minimum am Ende des Frühlings auftritt.

Für Gebiete mit doppelter, in je ein Halbjahr fallender Regen- und Trockenzeit läßt sich für die Veränderlichkeit der Niederschlagsperiode auch noch ein auf die dritten Extreme ausgedehntes übersichtliches Bild gewinnen, wenn die acht Kombinationen der Verteilung der drei Extreme auf die beiden Jahreshälften nebeneinander gestellt werden. Im folgenden ist die Veränderlichkeit der Regenperiode im adriatischen Gebiete in dieser Weise zur Anschauung gebracht. Der erste Teil der Tabelle zeigt an, wie oft eines oder zwei oder drei von den Maximis der Regenkurve in der zweiten Jahreshälfte eintraten, der zweite Tabellenteil besagt, wie oft eines oder zwei oder drei von den Minimis in die innere Hälfte des Jahres (April bis September) fielen.

	0	M_3	M_2	$M_2 M_3$	M_1	$M_1 M_3$	$M_1 M_2$	$M_1 M_2 M_3$
Görz	1	3	5	5	7	5	10	—
Triest	—	3	4	3	10	4	9	3
Pola	—	1	4	2	12	9	8	—
Lesina	—	—	3	4	15	8	6	—

	$m_1 m_2 m_3$	$m_1 m_2$	$m_1 m_3$	m_1	$m_2 m_3$	m_2	m_3	0
Görz	1	1	2	1	11	3	15	2
Triest	—	3	3	3	9	8	9	1
Pola	2	3	5	7	10	5	4	—
Lesina	2	14	7	10	2	1	—	—

Die Entwicklung des Frühlingsmaximums im Adriagebiete zeigt sich deutlich in der gegen Süden sich vollziehenden Häufigkeitsabnahme der Kombination M_3 in der ersten, M_1 und M_2 in der zweiten Jahreshälfte und in dem Häufigerwerden der Kombination: M_2 und M_3 in der ersten und M_1 in der zweiten Hälfte des Jahres. Die Entwicklung der sommerlichen Trockenzeit findet darin ihren Ausdruck, daß die Kombination m_3 in der wärmeren, m_1 und m_2 in der kälteren Jahreshälfte und die umgekehrte Verteilung m_1 und m_2 im Sommer- und m_3 im Winterhalbjahr zwischen Görz und Lesina ihre Rolle als häufigste Kombination vertauschen.

Die Häufigkeitswerte für die in die erste, beziehungsweise äußere Jahreshälfte fallenden anderen Extreme stimmen wegen des gelegentlichen doppelten Auftretens der zweiten und dritten Extreme mit den vorigen Werten nicht stets überein.

Die Veränderlichkeit der Regenschwankung kann man derart darstellen, daß man die Häufigkeit angibt, in welcher verschiedene Werte der relativen Regenmenge des nässesten Monates mit verschiedenen des trockensten Monates kombiniert sind. Es zeigt sich, daß auch hier der Scheitelwert mehrmals nicht auf den Mittelwert fällt und daß manchmal zwei Scheitelwerte auftreten, von denen der eine unter, der andere über dem Mittelwerte liegt. Da das aperiodische Minimum meist sehr niedrig ist, bietet die kombinierte Darstellung der Größenänderungen des Maximums und Minimums aber nicht viel mehr als die schon gebrachte Tabelle der Häufigkeit verschiedener Amplitudengrößen. (Tab. XIV.)

Die räumliche Veränderlichkeit der jährlichen Niederschlagsperiode.

Die Untersuchung der räumlichen Veränderlichkeit der jährlichen Periode des Regenfalles hat zunächst die zwischen je zwei benachbarten Gliedern unserer Stationsreihe waltenden Verhältnisse zu betreffen. Im folgenden ist für das Hauptmaximum und für das Hauptminimum der jährlichen Regenkurve die Zahl der Fälle angegeben, in welchen es in je zwei benachbarten Stationen unserer Reihe in seinem Normalmonate *(m)* eintrat, und die Zahl der Fälle, in welchen es in seine normale Jahreszeit *(j)* fiel, beziehungsweise sich in einer oder in beiden der Stationen höchstens um einen Monat gegen seinen Normaltermin verspätete oder verfrühte. Dann folgt die Zahl der Fälle, in welchen beide Hauptextreme in je zwei Nachbarstationen auf ihre Normalmonate fielen und in welchen sie in ihre normale Jahreszeit zu liegen kamen.

		Salzb.-Gast.	Gast.-Klgf.	Klgf.-Görz	Görz-Triest	Triest-Pola	Pola-Lesina
H_1	*m*	6	1	0	11	5	3
	j	25	11	6	18	14	11
h_1	*m*	5	7	6	6	2	4
	j	20	21	16	16	6	10
H_1 und h_1	*m*	2	0	0	2	0	0
	j	14	6	5	9	2	1

Um eine angenäherte Vergleichbarkeit dieser Zahlenwerte zu erreichen, muß man sie mit den Breitenunterschieden der Stationen multiplizieren.

Man erhält dann folgende Verhältniszahlen:

		Salzb.-Gast.	Gast.-Klgf.	Klgf.-Görz	Görz-Triest	Triest-Pola	Pola-Lesina
H_1	*m*	2·6	0·3	0	1·9	2·4	3·0
	j	10·8	3·1	2·4	3·1	6·6	11·1
h_1	*m*	2·2	1·9	2·4	1·0	0·9	4·0
	j	8·6	5·9	6·6	2·7	2·8	10·1
H_1 und h_1	*m*	0·9	—	—	0·3	—	—
	j	6·0	1·7	2·1	1·5	0·9	1·0

Bei beiden Hauptextremen des Regenfalles ist die Wahrscheinlichkeit der räumlichen Verbreitung des normalen Eintrittes in jener Gebietszone am geringsten, in welcher das Umspringen der mittleren Eintrittszeit des betreffenden Extremes erfolgt. Das Maximum trat in 36 aufeinanderfolgenden Jahrgängen nicht ein einziges Mal zu beiden Seiten der Südalpen zu seinem Normaltermine ein; das Minimum fiel nur zweimal am Nord- und Südende von Istrien auf seinen mittleren Termin. Selbst der Eintritt eines Hauptextremes in seiner normalen Jahreszeit erfolgte nur in einem Sechstel der Jahre zu beiden Seiten der Linie seines Umspringens. In einer größeren Zahl von Fällen tritt ein Hauptextrem zu beiden Seiten dieser Scheidelinie in derselben Jahreszeit auf, und zwar findet hiebei häufiger ein Hinausgreifen des Regimes der Zwischenzone über seine mittleren Grenzen als ein Eindringen der Nachbarregime in diese Zone statt. So war ein Herbstmaximum in Görz 12mal mit einem solchen in Klagenfurt, dagegen nur 4mal ein Sommermaximum in Klagenfurt mit einem solchen in Görz vereint. Desgleichen war ein Winterminimum in Triest 10mal mit einem solchen in Pola, aber nur 4mal ein Sommerminimum in Pola mit einem solchen in Triest kombiniert.

Ein gleichzeitiges Auftreten derselben Periode des Regenfalles in zwei benachbarten Stationen unserer Reihe ereignet sich äußerst selten. Betreffs der Häufigkeit gleichen jahreszeitlichen Eintrittes der gleichsinnigen Extreme überragt das nordalpine Gebiet der Sommerregen bei weitem die südwärts der Alpenhauptkette gelegenen Zonen.

Ein Maß für die räumliche Veränderlichkeit der Regenperiode ist die mittlere Abweichung des zwischen zwei Stationen stattfindenden Terminwechsels der Extreme von der auf der betreffenden Strecke vorhandenen normalen Verschiebung, beziehungsweise zeitlichen Persistenz der Extreme. Die in Monatslängen auszudrückenden Werte dieser Abweichung sind, um annähernd vergleichbar zu erscheinen durch die Breitendifferenzen der Stationen zu dividieren. Es ergeben sich nachstehende absolute *(v)* und relative *(v')* Werte:

		Salzb.-Gast.	Gast.-Klgf.	Klgf.-Görz	Görz-Triest	Triest-Pola	Pola-Lesina
H_1	v	1·2	2·3	3·1	1·0	1·6	2·1
	v'	2·8	8·1	7·6	6·1	3·4	2·1
h_1	v	1·2	1·1	1·3	0·9	4·3	2·3
	v'	2·7	4·0	3·1	5·4	9·2	2·3

Die Eintrittszeit des Regenmaximums ist quer über die Zentralalpen noch etwas veränderlicher als quer über die Südalpen. In der Mittelkurve erfolgt das Umspringen des Normaltermines dieses Maximums allerdings erst zwischen dem Drautale und dem Südfuße der Alpen; doch fällt zu Klagenfurt in fast 40% der Fälle das Hauptmaximum des Niederschlages auf den Herbst und ist dasselbe dann oft mit einem normalen Herbstmaximum in Görz vereint. Dagegen zeigt die Eintrittszeit des Regenminimums quer über jenes Gebiet hin, in welchem das normale Umspringen dieses Minimums erfolgt, ein sehr stark ausgeprägtes Maximum der räumlichen Veränderlichkeit.

Zur Ergänzung diene noch folgende Zusammenstellung, welche angibt, wie oft in den 36 Jahrgängen in je zwei Nachbarstationen unserer Reihe die Hauptextreme und wie oft die ersten und zweiten Extreme des Regenfalles auf dieselben Monate fielen und wie oft ein erstes Extrem der einen Station und ein zweites der anderen auf denselben Monat zu liegen kamen. Ein Vergleich der ersteren Häufigkeits-

werte mit jenen in der vorvorigen Tabelle ergibt die Häufigkeit der räumlichen Verbreitung anormaler Regenperioden.

In Stationspaaren, zwischen welchen durchschnittlich die Eintrittszeit der Regenfallextreme eine Verschiebung erfährt, treten, wie man sieht, diese Extreme häufig gleichzeitig zu anormalen Terminen ein. Der entgegengesetzte Fall, daß die Eintrittszeit zwischen zwei solchen Stationen im Höchstausmaße umspringt (um 6 Monate), trat beim Maximum des Regenfalles zwischen Görz und Triest einmal, auf den Strecken Gastein—Klagenfurt und Triest—Pola zweimal, auf der Strecke Pola—Lesina viermal, beim Minimum auf dieser Strecke und zwischen Triest und Pola je dreimal ein (hievon zweimal dem normalen Umsprunge vom Winter zum Sommer entsprechend).

	Salzb.-Gast.	Gast.-Klgf.	Klgf.-Görz	Görz-Triest	Triest-Pola	Pola-Lesina
H_1	10	7	11	23	15	12
h_1	15	19	15	24	17	12
M_1 und M_2	4	5	4	10	6	3
m_1 und m_2	8	7	9	11	4	2
M_1 in A, M_2 in B; M_1 in B, M_2 in A	11	17	10	6	9	12
m_1 in A, m_2 in B; m_1 in B, m_2 in A	14	13	18	14	12	16
H_1 und h_1	3	3	6	13	6	2

Die Untersuchung der räumlichen Veränderlichkeit der Regenperiode innerhalb des ganzen in Betracht gezogenen Gebietes betrifft wieder einerseits die Häufigkeit der mittleren Veränderungen und andererseits die Häufigkeit des Fortbestandes gleicher zeitlicher Anordnung der Regenfallextreme. Wegen der großen Seltenheit, mit der ein Eintritt der Extreme zu ihren Normalmonaten über das ganze Übergangsgebiet hin stattfindet, soll sich die Untersuchung auf den Extremeeintritt in der normalen Jahreszeit beschränken. Die folgende Zusammenstellung zeigt, wie oft zwischen je zwei beliebigen Stationen unserer Reihe die Hauptextreme des Regenfalles in ihre normalen Jahreszeiten fielen, beziehungsweise sich höchstens um einen Monat gegen ihre Normaltermine verspäteten oder verfrühten.

	Gastein	Klagenfurt	Görz	Triest	Pola	Lesina
			H_1			
Salzburg	25	9	4	3	3	1
Gastein	—	11	5	4	4	2
Klagenfurt	—	—	6	5	5	3
Görz	—	—	—	18	11	7
Triest	—	—	—	—	14	9
Pola	—	—	—	—	—	11

	Gastein	Klagen-furt	Görz	Triest	Pola	Lesina
			h_1			
Salzburg	20	18	13	11	3	2
Gastein	—	21	14	12	3	2
Klagenfurt	—	—	16	14	4	3
Görz	—	—	—	16	5	4
Triest	—	—	—	—	6	5
Pola	—	—	—	—	—	10

Bei diesen Werten wird durch die früher für je zwei Nachbarstationen versuchte Reduktion an Vergleichbarkeit nicht viel gewonnen. Man ersieht aber schon aus den unreduzierten Werten, daß die Wahrscheinlichkeit des Fortbestandes der normalen Eintrittsjahreszeit eines Regenfallextremes in jener Region, wo das betreffende Extrem im Mittel umspringt, eine rasche Verminderung erfährt (beim Maximum zwischen Klagenfurt und Görz, beim Minimum zwischen Triest und Pola).

Die Zahl der Fälle, in welchen sich das Auftreten einer (betreffs der Jahreszeiten der Hauptextreme) normalen Regenperiode gleichzeitig über mehr als zwei Nachbarglieder unserer Stationsreihe erstreckte, war, wie folgende Zusammenstellung zeigt, gering.

	Gastein	Klagen-furt	Görz	Triest	Pola	Lesina
			H_1 und h_1			
Salzburg	14	5	1[1]	—	—	—
Gastein	—	6	2	1[2]	—	—
Klagenfurt	—	—	5	4	2[3]	1[4]
Görz	—	—	—	9	2	1
Triest	—	—	—	—	2	1
Pola	—	—	—	—	—	1

[1] 1891. [2] 1898. [3] 1880 u. 1882. [4] 1882.

Im folgenden ist noch angegeben, in welcher abnehmender Häufigkeit der für jede der Randzonen unseres Gebietes normale Eintritt der Regenfallextreme sukzessive weiter gegen die andere Randzone hin fortbestand. Die nicht eingeklammerten Zahlen bezeichnen die Anzahl der Fälle, die in Klammern beigesetzten die prozentische Häufigkeit.

		Gastein	Klagenfurt	Görz	Triest	Pola	Lesina
Salzburg	H_1	25 (69)	11 (31)	3 (8)	1 (3)	1[1] (3)	—
	h_1	20 (57)	18 (50)	13 (36)	11 (31)	7 (19)	2[2] (6)
	H_1 und h_1	13 (36)	6 (17)	1[3] (3)	—	—	—

[1] 1884. [2] 1878 und 1891. [3] 1871.

		Pola	Triest	Görz	Klagenfurt	Gastein	Salzburg
Lesina	H_1	14 (39)	10 (28)	9 (25)	7 (19)	—	—
	h_1	10 (28)	4 (11)	1[1] (3)	—	—	—
	H_1 und h_1	—	—	—	—	—	—

[1] 1904.

In einem der beiden Jahre (1878), in welchen das Hauptminimum des Regenfalles von Salzburg bis Lesina in den Winter fiel, trat es zugleich auf der ganzen Strecke im Februar auf. Es war dies der einzige Fall, in welchem ein Niederschlagsextrem in allen untersuchten Stationen (Laibach inbegriffen) auf denselben Monat zu liegen kam. (Ein gleichzeitiger Eintritt des Minimums in sieben unserer Stationen ereignete sich zweimal: 1877 von Salzburg bis Pola im Oktober, 1891 von Gastein bis Lesina im Februar). Ein Sommermaximum des Niederschlages erstreckte sich gleichzeitig vom Nordrande der Ostalpen im äußersten Falle bis Südistrien hinab. Ein Spätherbstmaximum (Oktober—Dezember) des Niederschlages reichte in zirka $^1/_5$ der Fälle bis zum Südfuße der Hohen Tauern, ein Sommerminimum dagegen nur in $3^0/_0$ der Fälle von Mitteldalmatien bis zum Südfuße der Julischen Alpen.

Das für den Nordrand der Ostalpen normale Regenregime erstreckte sich gleichzeitig in $36^0/_0$ der Fälle bis zum Nordfuße der Tauern (wo das normale Maximum gegen das am Alpenrande um einen Monat verspätet ist), in $17^0/_0$ der Fälle bis ins Drautal und in $3^0/_0$ der Fälle bis an den Südfuß der Julischen Alpen. Das für Mitteldalmatien normale Regime der Niederschläge trat dagegen nie gleichzeitig auch noch in Südistrien auf. Das normale Regime der Übergangszone herrschte gleichzeitig in $11^0/_0$ der Fälle von Südistrien bis zum Südrande der Alpen, in $6^0/_0$ bis ins Drautal, in $3^0/_0$ bis zum Nordfuße der Tauern und in $14^0/_0$ der Fälle vom Nordufer der Adria bis in das Drautal.

Diese Häufigkeitswerte *(a)* seien hier noch mit jenen verglichen, welche sich aus Tabelle III für dieselben Jahreszeiten und Stationen ergeben *(b)*.

	H_1		h_1			H_1		h_1	
	a	*b*	*a*	*b*		*a*	*b*	*a*	*b*
Gastein	69	75	57	70	Pola	39	56	28	33
Klagenfurt	31	41	50	83	Trest	28	48	11	14
Görz	8	25	36	61	Görz	25	45	3	6
Triest	3	14	31	56	Klagenfurt	19	36	—	—
Pola	3	14	19	33	Gastein	—	9	—	—
Lesina	—	3	6	8	Salzburg	—	—	—	—

Die Wahrscheinlichkeit, daß das für eine der Randzonen unseres Gebietes normale Niederschlagsregime über diese Zone hinaus fortbesteht, nimmt im allgemeinen rascher ab als die Wahrscheinlichkeit, daß dieses Regime außerhalb jener Zone noch auftritt. Bei dieser Gegenüberstellung der Werte *a* und *b* ist stillschweigend vorausgesetzt, daß je zwei Nachbarglieder unserer Stationsreihe einander so weit genähert seien, daß das gleichzeitige Auftreten derselben Regenperiode in ihnen auch schon das Vorhandensein dieser Periode in der Zwischenstrecke verbürge.

Diese Voraussetzung ist nun allerdings nicht ohne Ausnahme zulässig, da starke Regengüsse, welche die Reihenfolge der Monatssummen des Niederschlages schon beeinflussen, manchmal nur lokale Phänomene sind. So könnte es vorkommen, daß, wenn in Lesina und Pola das Hauptmaximum des Niederschlages auf den Spätherbst fällt, in einer Zwischenstation ein Frühlingsmonat der regenreichste wäre oder daß, wenn in jenen beiden Stationen die größte Trockenheit in einem Sommermonat eintritt, dies in einer Zwischenstation infolge lokaler Gewittergüsse nicht auch der Fall wäre. Dagegen hat es wohl größere Wahrscheinlichkeit für sich, daß, wenn in Salzburg, Gastein und Klagenfurt Sommerregen und winterliche Trockenheit herrschen, auch quer durch die ganzen Salzburger Alpen und quer über die Tauern kontinentale Niederschlagsverteilung waltet. Immerhin wäre es erwünscht, einer Untersuchung über die räumliche Veränderlichkeit der Regenperiode quer durch die Ostalpen eine aus mehr Gliedern bestehende Stationsreihe zugrunde zu legen, als dies hier geschehen konnte. Für das Studium mancher, das Ineinandergreifen des kontinentalen und mediterranen Regenregimes im Norden der Adria betreffender Verhältnisse schien mir aber das zustande gebrachte Beobachtungsmateriale ausreichend und ich glaube, mit dieser Arbeit zur Klärung der wichtigsten dieser Verhältnisse beigetragen zu haben.

BEITRÄGE

ZUR

ENTWICKLUNGSGESCHICHTE DER EUROPÄISCHEN SUMPFSCHILDKRÖTE (EMYS LUTARIA MARSILI)

UNTERSUCHUNGEN, AUSGEFÜHRT MIT UNTERSTÜTZUNG DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN IN WIEN, AUS DEM LEGATE WEDL.

2. DIE ERSTEN ENTWICKLUNGSSTADIEN DER LUNGEN UND DIE BILDUNG DER SOGENANNTEN NEBENGEKRÖSE

VON

F. HOCHSTETTER,

K. M. AKAD. IN INNSBRUCK.

Mit 4 Tafeln und 28 Textfiguren.

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 23. JÄNNER 1908.

Einleitung.

Gelegentlich meiner Untersuchungen über die Entwicklung der Scheidewand zwischen Pericardial- und Pleuroperitonealhöhle bei den Embryonen von *Emys*, sah ich mich genötigt, um bestimmte topographische Verhältnisse sicherstellen zu können, des genaueren der Entstehungsweise der sogenannten Nebengekröse, sowie der Art ihres Wachstumes nachzugehen und festzustellen, in welcher Beziehung sie zu den Lungen stehen, die wir in etwas vorgeschritteneren Entwicklungsstadien in ihnen gelegen finden.

Wenn ich mich nun entschlossen habe, das was ich dabei fand, in einer besonderen Abhandlung zu veröffentlichen, so hat dies seinen Grund vor allem darin, daß die Tatsachen, die ich im Folgenden mitteilen will, vielfach in gar keinem Zusammenhange mit dem Thema einer in Kürze folgenden, die Entwicklung des Septum pericardiaco pleuroperitoneale von *Emys* behandelnden Abhandlung stehen. Aber auch noch ein anderer Grund bestimmte mich zu einer getrennten Veröffentlichung.

Im Jahre 1904 hat nämlich I. Bromann eine besonders umfangreiche, auch die ganze Literatur des Gegenstandes auf das eingehendste berücksichtigende Abhandlung über »die Entwicklungsgeschichte der Bursa omentalis und ähnlicher Rezeßbildungen bei den Wirbeltieren« veröffentlicht, in der er unter anderem auch die Entstehungsgeschichte der lateralwärts von den sogenannten Nebengekrösen begrenzten Peritonealbuchten bei den Reptilien behandelt. Nun führten mich aber meine an Embryonen von *Emys, Lacerta, Tropidonotus* und *Anguis* gemachten Beobachtungen vielfach zu Schlußfolgerungen, die mit den von Bromann gezogenen nicht in Einklang zu bringen sind und dies zwingt mich, meine Befunde etwas ausführlicher zu schildern, als dies sonst notwendig gewesen wäre.

Bromann hat für die hier in Betracht kommenden Peritonealbuchten folgende Namen eingeführt. Er bezeichnet die zwischen dem Darme und dem die linke Lunge beherbergenden Nebengekröse befindliche Bucht als Recessus pneumato-entericus sinister, während er die zwischen Darm und rechtem Nebengekröse gelegene Bucht in ihrem kranialen Abschnitte, so weit sie in Beziehung zur rechten Lunge steht, Recessus pneumato-entericus dexter, kaudal von der rechten Lunge aber Recessus hepato mesenterico entericus nennt. Bei den Reptilien soll nun nach Bromann, so wie bei allen anderen Vertebratenformen, die eine solche Bucht besitzen, der Recessus pneumato-entericus sinister durch eine Einstülpung von der Peritonealhöhle aus entstehen und so die linke Lunge vom Darme isolieren, während sich der Recessus pneumato-entericus dexter, wenigstens bei der großen Mehrzahl der Formen, durch Ausstülpung respektive Kranialwärtsverlängerung einer schon vorher gebildeten Peritonealbucht, dem sogenannten Recessus hepato-mesenterico-entericus bilden und dabei in ähnlicher Weise wie die gleichnamige Bucht der linken Seite die Lunge vom Darme isolieren soll. Über die Entstehung des Recessus hepato-mesenterico-entericus der Reptilien macht jedoch Bromann keine bestimmteren Angaben. Er hebt nur insbesondere für die Schildkröten (vergl. p. 468) hervor, daß bei seiner Bildung zwei schon vorher entstandene Buchten, der sogenannte Recessus hepato-entericus, und der Recessus mesenterico-entericus, miteinander vereinigt werden, ohne sich aber darüber auszusprechen, wie etwa diese Vereinigung erfolge. Auch über die Art und Weise wie bei den Reptilien die beiden zuletzt genannten Buchten entstehen, macht Bromann keine Angaben.

Dagegen hat sich dieser Autor über die Bildung des Recessus pneumato-entericus dexter sowie des Recessus mesenterico-entericus und hepato-entericus bei menschlichen Embryonen ziemlich ausführlich geäußert. Er sagt (p. 200) über dieselben Folgendes: »Ehe noch die mesodermale Lungenanlage sich von dem Vorderdarme abgetrennt hat, markieren sich die mesodermalen Lungenanlagen als laterale Ausbuchtungen des Mesenteriums, welche caudalwärts durch zwei Recesse, die Recessus pneumato-enterici abgegrenzt werden. In einem etwas späteren Stadium dringen diese Rezesse sowohl kranialwärts, wie auch ventral und dorsal aktiv hervor und isolieren so die mesodermalen Lungenanlagen von der kranialen Hälfte der inzwischen deutlich gewordenen Magenanlage.« »Der rechte Recessus pneumato-entericus verlängert sich kranialwärts bis zur Höhe der Bifurkationsstelle der entodermalen Lungenanlage.« »Der Recessus mesenterico-entericus entsteht fast gleichzeitig mit den Recessus pneumato-enterici an der rechten Seite des Mesenteriums. Etwas später bildet sich auf derselben Höhe und Seite eine ventromedialwärts hervordringende Tasche, der Recessus hepato-entericus.« »Der Recessus mesenterico-entericus dringt dorsalwärts von dem Vorderdarme nach links vor und isoliert eine Partie des dorsalen Mesenterium von der kaudalen Hälfte des Magens und von dem kranialsten Teile des Duodenum. An der rechten ventralen Seite werden dieselben Teile des Vorderdarmes durch den Recessus hepato-entericus von der Leber isoliert. Diese beiden Rezesse bilden zusammen eine Tasche (Recessus hepato-mesenterico-entericus), welche eine kaudale Fortsetzung des Recessus pneumato-entericus bildet.« Ich will zu diesen Angaben Bromanns nur bemerken, daß sie sich auf die Ergebnisse der Untersuchung dreier Embryonen von 3·4, 3·0 und 5·0 *mm* größte Länge, sowie auf die Angaben beziehen, die Swaen (10) über einen menschlichen Embryo von 3·8 *mm* größter Länge gemacht hat und hinzufügen, daß Bromann auf p. 183 ausdrücklich hervorhebt, »daß das beweislich aktive Hervordringen der Rezesse sehr früh (schon bei 3—5 *mm* langen Embryonen)« »aufhört.« »Die späteren Veränderungen der vereinigten

Recesse können alle durch die Verschiebungen und das Wachstum ihrer Wände erklärt werden.« Ich gebe auch gerne zu, daß die Befunde, die Bromann über das Verhalten der Recessus pneumato-enterici bei seinen drei jüngsten menschlichen Embryonen mitgetheilt hat, in seinem Sinne gedeutet werden können. Ob sie aber unbedingt so gedeutet werden müssen, will ich vorläufig dahingestellt sein lassen.

Rücksichtlich seiner Beobachtungen an Säugerembryonen teilt Bromann keinerlei Tatsachen mit, die zu dem Schlusse zwingen würden, daß die sogenannten Recessus pneumato-enterici durch Einstülpung entstanden wären. Doch scheint er einen solchen Entwicklungsmodus trotzdem anzunehmen, oder doch für wahrscheinlich zu halten, wenn er p. 422 sagt:« es gebührt Stoß das Verdienst, darauf zuerst aufmerksam gemacht zu haben, daß die Recesse durch aktive Einstülpung des Endothels entstehen können.« Aber auch die Befunde welche, Stoß (9) an Embryonen des Schafes und des Kaninchens erhoben und beschrieben hat, zwingen durchaus nicht zu dem Schlusse, daß die Recessus pneumato-enterici durch einen Einstülpungsvorgang entstehen müssen, sie legen nur den Gedanken an eine solche Möglichkeit nahe. Auch über die uns hier interessierenden Peritonealbuchten von Vogelembryonen hat Bromann keine Angaben gemacht, die eine Aufklärung über ihre Entstehung bringen würden.

Ich selbst hatte mir über die Bildung dieser Buchten bei verschiedenen Vertebraten seiner Zeit (5) eine andere Meinung gebildet, als später Stoß und Bromann und ihre Entstehung nur als eine Folgeerscheinung der Bildung der sogenannten Nebengekröse betrachtet. Allerdings muß ich bekennen, daß ich die Richtigkeit meiner Meinung an der Hand des mir damals vorliegenden Tatsachenmateriales nicht mit voller Sicherheit hätte beweisen können, da mir von keiner Form wirklich lückenlose Entwicklungsreihen zur Verfügung standen. Auch ist eine Meinung, wie sie von Stoß vertreten wurde und wie sie jetzt wieder von Bromann vertreten wird, durchaus nicht ohne weiteres von der Hand zu weisen, da ja mit voller Sicherheit nachgewiesen werden kann, daß auch in späteren Entwicklungsstadien ein Vordringen des Leibeshöhlenspaltes an verschiedenen Stellen platz greift. Ich erinnere in dieser Beziehung nur an die Abschnürung der Leber vom Zwerchfelle. Es wäre daher auch bei der Bildung unserer Peritonealbuchten ein solches Vordringen des die Leibeshöhle auskleidenden Epithels recht gut denkbar.

Ich habe aus diesem Grunde auch neuerlich meine inzwischen stark vermehrte Sammlung von Schnittserien durch Kaninchenembryonen einem gründlichen Studium unterzogen, um über die Frage, ob die von den Nebengekrösen begrenzten Peritonealbuchten durch Einstülpung entstehen oder nicht, ins Klare zu kommen. Ich konnte jedoch dabei, obwohl die Zahl der untersuchten Serien nicht gerade klein war, zu einem bestimmten Resultate nicht kommen, weil dazu wegen der Variabilität der Verhältnisse eine noch viel größere Zahl von Embryonen hätte untersucht werden müssen. Allerdings kam ich aber bei diesem Studium auch zu der Überzeugung, daß es recht schwierig sein würde, sich an Säugerembryonen ein ganz sicheres Urteil über die vorliegende Frage zu bilden. Dies hat seinen Grund vor allem darin, daß die Beurteilung der Verhältnisse bei Embryonen aus der kritischen Zeit dadurch erschwert wird, daß schon, wenn die erste Anlage des rechten Nebengekröses in Form der von Bromann sogenannten Plica mesogastrica sichtbar wird (ich habe dabei die Verhältnisse bei Kaninchenembryonen mit 23 Urwirbeln im Auge), in der in Betracht kommenden Gegend die Bildung jenes Bindegewebslagers beginnt, welches sich zwischen Splanchnopleura und Darmwand einschiebt. Und je mächtiger dieses Bindegewebslager wird, desto schwieriger fällt die Beurteilung der Verhältnisse, weil in den Prozess der Bildung der Nebengekröse der der Bildung der sogenannten mesodermalen Lungenanlage unmittelbar hineinspielt. Das eine glaube ich jedoch mit Sicherheit sagen zu können, daß bei Kaninchenembryonen die erste Anlage des rechten Nebengekröses so wie bei den Reptilien in Form einer wulstförmigen Splanchnopleurafalte auftritt (Kaninchenembryonen mit 21 und 23 Urwirbeln), die Bromanns Plica mesogastrica entspricht und daß die Entstehung dieser Falte schwerlich auf die Bildung einer Peritonealbucht zurückzuführen sein wird.

Viel günstiger für die Beurteilung scheinen mir da die Verhältnisse bei den Embryonen gewisser Reptilien, wie zum Beispiel bei denen von *Emys* oder *Lacerta* zu liegen, bei denen das rechte Nebengekröse zu einer Zeit entsteht, in welcher an den in Betracht kommenden Stellen zwischen Splanchno-

pleura und entodermaler Darmwand entweder gar keine, oder doch nur ganz vereinzelte Bindegewebszellen gefunden werden und in der die Lungen noch nicht angelegt sind.

Bromann hat nun freilich auch eine größere Zahl von Reptilienembryonen untersucht, aber doch lag ihm von keiner Form eine auch nur einigermaßen geschlossene Reihe von Entwicklungsstadien aus der kritischen Zeit, das heißt aus der Zeit des Entstehens der Nebengekröse und der ersten Anlage der Lungen vor und nach den wenigen Entwicklungsstadien, die er von jeder einzelnen Form untersucht hat und die für die uns interessierenden Fragen in Betracht kommen können, war er insbesondere bezüglich der Bildung der Recessus pneumato-enterici, wie ich glaube, nicht berechtigt, die Schlußfolgerungen zu ziehen, die er tatsächlich gezogen hat.

Ich werde nun im Nachfolgenden zunächst an der Hand der bei Emysembryonen erhobenen Befunde zu entscheiden versuchen, ob die Entstehung der Nebengekröse die Bildung der von ihnen lateral begrenzten Buchten bedingt, oder ob die Annahme richtig ist, daß diese Buchten durch aktive Einstülpungen der Peritonealkavität, respektive ihrer epithelialen Auskleidung entstehen. Da nun Bromann angibt, daß sich die Recessus pneumato-enterici gewissermaßen bilden um die Lungen von der Darmwand zu isolieren und daß der Recessus pneumato-entericus dexter durch eine kraniale Ausstülpung aus dem Recessus hepato-mesenterico-entericus entstehe, so wird vor allem festzustellen sein, wie die Lungen bei *Emys* auftreten und in welcher Beziehung sie bei ihrem ersten Auftreten zu den schon vorhandenen oder sich bildenden Peritonealrecessus stehen.

Ich werde bei dieser Feststellung etwas ausführlicher sein müssen, weil über die erste Anlage der Lungen bei Reptilien noch keine eingehendere Darstellung vorliegt. Zwar hat Schmalhausen (8) eine Anzahl früher Entwicklungsstadien der Lunge von *Tropitonotus* vollkommen richtig beschrieben. Aber wie ich später zeigen werde, lagen ihm die frühesten Entwicklungsstadien nicht vor und so kam er dazu die erste Anlage der Lungen in einer Weise zu schildern, die nach meiner Erfahrung nicht ganz zutrifft.

Er sagt mit Rücksicht auf das jüngste von ihm untersuchte Stadium p. 513 Folgendes: »Die Atmungsorgane der Ringelnatter entstehen aus einer rinnenförmigen Ausbuchtung an der ventralen Wand des Entodermrohres auf der Stelle, die ungefähr der Übergangsstelle des Schlunddarmes in die Speiseröhre entspricht. Diese Pulmonalrinne ist breiter als der entsprechende Teil des Darmes, von welchem sie entspringt, weshalb der Querschnitt des Darmes in diesem Stadium birnförmig ist. Kranialwärts fließt sie allmählich mit dem Pharynx zusammen, indem die zwei seitlichen Leisten (Fig. 3, p. 1), welche die Sonderung von dem Darme verursachen, immer flacher werden; kaudalwärts endet sie plötzlich, etwa senkrecht zum Darme abfallend (Fig. 3). Das hintere Ende der Pulmonalrinne schwillt etwa kolbenförmig auf und an den Seiten entstehen zwei kleine Ausstülpungen — die Anlagen der Lungen selbst. Die entsprechenden Stadien sind bei mir auf den Rekonstruktionen Fig. 3[1] und 4[2] dargestellt.« Die Beschreibung Schmalhausens ist nun sicherlich vollkommen zutreffend, nur betrifft sie nicht das jüngste Stadium der Lungenentwicklung, sondern eines, bei welchem bereits die beiden Lungensäcke angelegt sind. Wenn aber gesagt wird, daß sich die Lungen aus einer rinnenförmigen Ausbuchtung des Schlunddarmes entwickeln, so müßte diese Rinne in einem Stadium demonstriert werden, in dem noch keine Lungenausbuchtungen vorhanden sind.

Im selben Jahre hat dann Hesser (4) eine sehr verdienstvolle Untersuchung über die Reptilienlunge veröffentlicht, in der er auch bezüglich ihrer ersten Anlage sagt, daß man zu der Annahme berechtigt sei, »daß die erste Anlage der Trachea und der Bronchien bei Chrysemys (und wahrscheinlich bei allen höheren Reptilien) in Form einer vom Vorderdarme unmittelbar hinter der letzten Kiementasche ausstehenden, von den Seiten abgeplatteten Falte auftritt.

---

1 Seitenansicht.

2 Ventralansicht.

Der kaudale Teil der Falte erweitert sich in seiner ventralen Hälfte, wird allmählich in kaudokranialer Richtung abgeschnürt und gibt den Ursprung zur Trachea und den Bronchien.« Diese Annahme zu machen, war jedoch Hesser nicht berechtigt, denn schon bei dem jüngsten von ihm untersuchten *Anguis*embryo war die Lungenanlage in ihrer Entwicklung viel zu weit vorgeschritten. Sie zeigte ungefähr dieselben Verhältnisse wie die von mir in Fig. 11 auf Taf. I abgebildete Lunge.

Dagegen entnehme ich aus den Angaben, welche Peter (7) in seiner Normentafel zur Entwicklungsgeschichte der Zauneidechse macht, daß dieser Autor die ersten Stadien der Lungenanlage bei *Lacerta agilis* gesehen hat. Allerdings liefert er keine Beschreibung der Verhältnisse des Schlunddarmes der in Betracht kommenden Entwicklungsstadien und es wird deshalb nach dem, was er angibt, auch niemand der die erste Anlage der Lungen eines Reptils noch nicht kennt, ein zutreffendes Bild von der Form des Schlunddarmes aus der Zeit unmittelbar vor dem Auftreten der eigentlichen Lungenausstülpungen bekommen.

So sagt er zum Beispiel für das Stadium 80: »keine Lungenanlage, Darmquerschnitt daselbst dreieckig«. Und ähnlich lautet seine Angabe für das Stadium 82. Dagegen heißt es bei Stadium 83: »erste Andeutung von Lungenausstülpung«, und bei Stadium 84: »Lungenbläschen in Form von ventraler Verbreiterung des Darmes«. Ob Peter seine Befunde richtig gedeutet hat, geht aus diesen Angaben nicht hervor, sicher aber ist, daß er nirgends von einer Lungenrinne des Schlunddarmes spricht, daß er also wohl erkannt hat, daß bei *Lacerta agilis*, was ich, wie aus dem Folgenden hervorgehen wird, bestätigen kann, vor dem Auftreten von Lungenausstülpungen eine Lungenrinne, wie sie bei Säugetierembryonen beschrieben wurde, nicht zur Anlage kommt.

Die ersten Entwicklungsstadien der Lunge von Emys.

Ich wende mich nun den Verhältnissen der Lungenanlage zu, wie ich sie bei *Emys*embryonen gefunden habe. Zur Untersuchung wurde eine große Zahl von Embryonen (etwa 30) aus den kritischen Stadien verwendet. Dieselben wurden aus bestimmten Gründen so geschnitten, daß der Schlunddarm in der Gegend der Lungenanlage möglichst genau quer getroffen wurde. Zur Kontrolle bestimmter Verhältnisse habe ich aber auch eine Reihe von Sagittalschnittserien angefertigt. Aus den gewonnenen Schnittserien habe ich die besten ausgewählt und nach ihnen Plattenmodelle hergestellt, die in den Fig. 1—8 auf Tafel I abgebildet wurden.

Über die Form des Schlunddarmquerschnittes in der Gegend, in welcher später die Lungenanlage auftritt, orientieren die Fig. 28, 29 und 33 auf Tafel III. Das entodermale Darmrohr liegt der hier lediglich aus dem Endocardhäutchen gebildeten Wand des Sinus venosus unmittelbar an und wird seitlich von der aus hohen zylindrischen Zellen gebildeten Splanchnopleura der Ductus pleuro-pericardiaci bedeckt. Aus dem Verbande der Splanchnopleura ausgetretene embryonale Bindegewebszellen finden sich in dem Spaltraume zwischen der ersteren und der Darmwand nur ganz vereinzelt vor. Dagegen drängen sich dorsal vom Darmrohre, aus der Gegend ventral von der Aorta embryonale Bindegewebszellen zwischen die beiden Splanchnopleuraplatten ein. Ich will übrigens hier gleich bemerken, daß die Form des Darmquerschnittes bei gleichaltrigen Embryonen durchaus nicht immer die gleiche Form zeigt.

Wie ein Vergleich der Fig. 28—31 und 33—35 auf Taf. III ergibt, ändert sich die Form des Darmquerschnittes ziemlich rasch. Aber wenn auch die Fig. 33—35 diese Änderung besonders deutlich erkennen lassen, so kann doch in diesem Entwicklungsstadium von einer plötzlichen Verengerung des Darmrohres in der in Betracht kommenden Gegend unmittelbar kaudal von der Stelle, an der später die Anlage der Lungen gefunden wird, kaum gesprochen werden.

Wesentlich anders liegen schon die Dinge bei dem Embryo, dessen Schlunddarm in Fig. 1 auf Tafel I nach einemPlattenmodelle wiedergegeben ist. Hier zeigt das Darmrohr am Übergange des Schlunddarmes in den folgenden Darmabschnitt eine ziemlich unvermittelt auftretende Verjüngung. Unmittelbar kranial von dieser Verjüngung erscheint das Darmrohr, wie nebenstehende Fig. 1 zeigt, in dorsoventraler Richtung etwas abgeplattet. Doch verschwindet weiter kranial diese Abplattung rasch wieder und es erweitert sich das Darmrohr gegen die Schlundspaltenregion ganz allmählich, wobei sein dorsoventraler Durchmesser besonders stark zunimmt. Dabei zeigt ein Durchschnitt unmittelbar kaudal von der letzten Schlundbucht (vergl. nachstehende Fig. 2) die Gestalt eines Viereckes mit abgestumpften Ecken. Zwischen entodermalem Schlunddarmrohr und Splanchnopleura findet sich nun auch schon bis nahe an die kaudale Grenze des ersteren ausgebreitet eine Lage von Bindegewebszellen[1] vor, die wohl mindestens zum Teile durch aus dem Verbande der Splanchnopleura ausgetretene Zellen gebildet wird. Von einer Lungenanlage kann man auch in diesem Entwicklungsstadium noch nicht sprechen, obwohl man allerdings beim Vergleiche mit etwas weiter entwickelten Embryonen ganz genau anzugeben vermag, an welcher Stelle sich die beiden Lungenausbuchtungen entwickeln werden.

---

[1] Im Bereiche des Schnittes der Fig. 1, der den kaudalen Teil des Schlunddarmes trifft, sind allerdings nur erst einzelne derartige Zellen zu sehen.

Wesentlich ande s liegen in dieser Beziehung bereits die Verhältnisse bei dem Embryo, dessen Schlunddarmmodell in Fig. 2 auf Tafel I wiedergegeben ist. Hier erkennt man, wie die Schlunddarmwand unmittelbar kranial von der Verjüngung des Darmrohres, welche die kaudale Grenze des Schlunddarmes

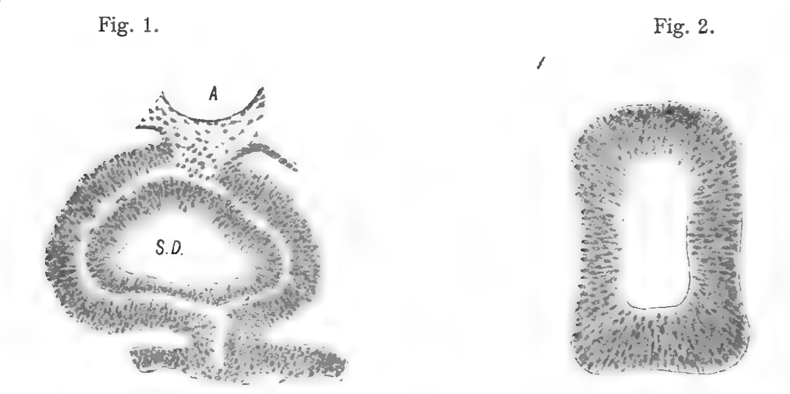


Fig. 1. Querschnitt durch den Schlunddarm eines *Emys*embryos von 1·44 *mm* Kopflänge in der Höhe der späteren Lungenanlage geführt.

Vergr. 150 fach.

Buchstabenerklärung:

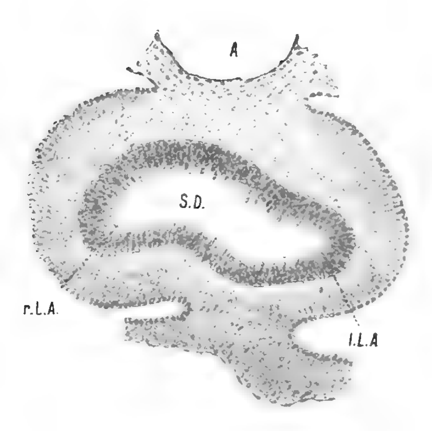
A = Aorta. *S. D.* = Schlunddarm.

Fig. 2. Durchschnitt durch den Schlunddarm eines Emysembryos von 1·44 *mm* Kopflänge unmittelbar kaudal von der letzten Schlundbucht geführt.

(Vergr. 150 fach.)

markiert, jederseits seitlich etwas ausladet. Und diese seitlichen Ausladungen sind, wie die Untersuchung der folgenden Stadien lehrt, die Anlagen der beiden Lungen. Dabei fällt jetzt schon auf, daß die linke

Fig. 3.



Querschnitt durch den Schlunddarm eines Emysembryos von 1·48 *mm* Kopflänge in der Gegend der Lungenanlage geführt.

(Vergr. 150 fach.)

Buchstabenerklärung:

A. = Aorta. *S. D.* = Schlunddarm. *r. L. A.* = rechte Lungenanlage. *l. L. A.* = linke Lungenanlage.

Ausladung um etwas weniges stärker ausgebildet ist als die rechte. Obenstehende Fig. 3 zeigt einen Querschnitt durch den Schlunddarm in der Gegend dieser beiden Ausladungen, an dem man auch wieder die Abplattung des Darmrohres in dorsoventraler Richtung feststellen kann. Wie ein Vergleich der Textfiguren 1 und 3 lehrt, sind jetzt bereits die beiden den Schlunddarm bekleidenden Splanchnopleuralamellen in voller Auflösung begriffen, welcher Prozess zur Bildung des das Entodermrohr des Schlunddarmes umhüllenden Zellgewebslagers führt.

Weiter kranial nimmt dann die Abplattung des Schlunddarmes rasch ab und in der Gegend unmittelbar kaudal von dem Schlundbuchtengebiete zeigt der Durchschnitt durch das Entodermrohr wieder eine ähnliche Gestalt, wie sie für das vorhergehende Stadium (vergl. Textfig. 2) beschrieben wurde. Bei einfachem Studium der Schnittserie würde man in diesem Stadium die Lungenausbuchtungen leicht übersehen, da sich die Verbreiterung des Schlunddarmes gegen die beiden Lungenausladungen so allmählich vollzieht, daß man nur, wenn man nachmißt, die Verbreiterung konstatieren kann.

Sehr viel klarer treten die beiden Lungenausladungen in dem nächsten Stadium hervor, dessen Schlunddarmmodell in Fig. 3 auf Taf. I abgebildet ist. Und dieses Stadium war es auch, an dem ich zuerst erkannte, daß bei *Emys* die Anlage der Lungen eine paarige sei und daß bei dieser Form von der Bildung einer ventralen Pulmonalrinne des Schlunddarmes nicht gesprochen werden könne. Der Schlunddarm ist in diesem Stadium in der Gegend der Lungenanlage nicht mehr so stark abgeplattet als früher, das heißt er erscheint hier (vergl. nebenstehende Fig. 4) in dorsoventraler Richtung etwas erweitert. An

Fig. 4.

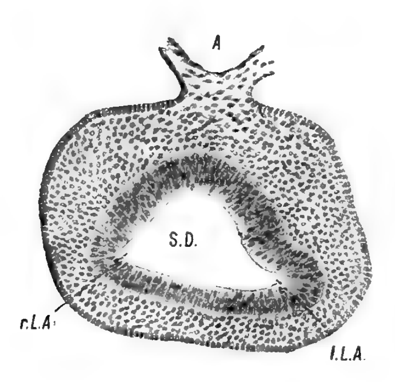


Fig. 4. Querschnitt durch den Schlunddarm eines Emysembryos von 1·48 *mm* Kopflänge in der Gegend der Lungenanlagen geführt. (Vergr. 150fach.)

Buchstabenerklärung:

A. = Aorta. *S. D.* = Schlunddarm. *r. L. A.* = rechte Lungenanlage. *l. L. A.* = linke Lungenanlage.

den Lungenausstülpungen, die den ventralen Abschnitten der lateralen Wand des Schlunddarmes angehören, tritt die bestehende Asymmetrie noch sehr viel deutlicher hervor als früher. Die linke Lungenausbuchtung ist sehr viel stärker ausgebildet als die rechte. Kranial von den Lungenausbuchtungen nimmt der Querschnitt des Schlunddarmes allmählich Dreiecksform an (vergl. Fig. 3 auf Taf. I), so daß also an seiner ventralen Wand eine in der Gegend der letzten Schlundbucht beginnende Rinne besteht, die sich kaudalwärts allmählich abflacht und nicht bis in das Gebiet der Lungenausbuchtungen herabreicht. Diese Rinne kann, wie aus dem Folgenden hervorgehen wird, als Trachealrinne bezeichnet werden.

Auch in dem nächsten Stadium (Fig. 4 auf Taf. I) zeigt diese Rinne noch ähnliche Verhältnisse. Dagegen hat sich die Lungenanlage wesentlich verändert. Der in untenstehender Fig 5 abgebildete Querschnitt durch die Gegend der Lungenanlagen zeigt vor allem, daß sich der Schlunddarm hier in dorsoventraler Richtung beträchtlich erweitert hat und daß die beiden Lungenausladungen, von denen die linke auch wieder mächtiger ist als die rechte, dem ventralsten Teile seiner lateralen Wand angehören. Auch lehrt die Betrachtung des Modelles (Fig. 4 auf Taf. I), daß die beiden Lungenausbuchtungen nicht mehr unabhängig von einander sind, sondern, indem sich die Schlunddarmwand zwischen ihnen etwas vorgebuchtet hat, durch einen Querwulst dieser Wand miteinander in Verbindung gesetzt werden, dem im Inneren eine seichte Querrinne entspricht. Dabei hat die linke Lungenausbuchtung bereits begonnen in kaudaler Richtung auszuwachsen.

Mit der eben beschriebenen Querwulstbildung setzt nun der Prozeß ein, der zur Abschnürung der Lungenanlagen vom Schlunddarme und zur Bildung der Trachea führt. Dies zeigt das nächste Stadium,

dessen Lungenmodell in Fig. 5 auf Taf. I abgebildet ist. Die beiden Lungenausstülpungen sind noch mächtiger geworden und die linke mächtigere hat sich in kaudaler Richtung weiter verlängert, während die rechte schwächere noch ziemlich rein lateralwärts sieht. Die Querverbindung zwischen den beiden Lungenanlagen, ich will sie in der Folge,[1] da aus ihr die Bifurkationsstelle der Trachea entsteht, Bifurkationswulst respektive Bifurkationsrinne nennen, hat sich aus der ventralen Schlunddarmwand noch weiter herausgehoben und ist gegen den unmittelbar kaudal von ihr gelegenen Darmrohrabschnitt durch eine Furche abgegrenzt, die dorsal von den beiden Lungenausbuchtungen jederseits bogenförmig in eine an der Seitenwand des Schlunddarmes hinaufziehende seichte Rinne übergeht. Dabei hat der Querschnitt des Schlunddarmes kranial von den Lungenanlagen eine Form angenommen, wie sie untenstehende Fig. 6 zeigt. Das heißt, man kann jetzt an ihm eine dorsale von einer ventralen Abteilung unterscheiden,

Fig. 5.

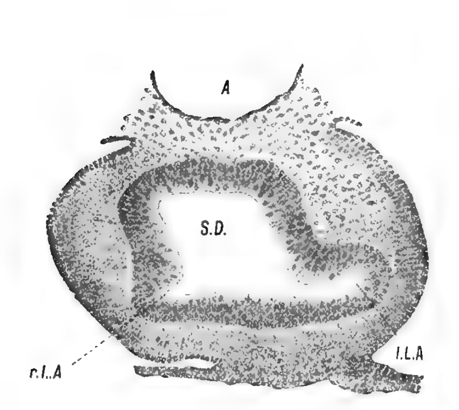


Fig. 6.



Fig. 5. Querschnitt durch den Schlunddarm eines Emysembryos von 1·6 *mm* Kopflänge in der Gegend der Lungenanlage geführt. (Vergr. 150fach.)

Querschnitt durch den Schlunddarm eines Emysembryos von 1·82 *mm* Kopflänge kranial von der Lungenanlage geführt. (Vergr. 150fach.)

Buchstabenerklärung:

A. = Aorta. *S. D.* = Schlunddarm. *r. L. A.* = rechte Lungenanlage. *l. L. A.* = linke Lungenanlage.

in welch letztere die Trachealrinne übergeht. Damit ist am Schlunddarme die Sonderung in den dorsal gelegenen Ösophagus und die ventral gelegene Trachea angebahnt.

Ein folgendes Stadium (Fig. 6 auf Taf. I) zeigt abgesehen von einer geringen Weiterentwicklung der Lungen und ihrer Querverbindung ganz ähnliche Verhältnisse. Nur fallen an dem Modelle die wesentlich bedeutenderen Dimensionen auf. Und doch handelte es sich in dem Falle nicht um einen Embryo, der, was seine Körpergröße betraf, gleichaltrige überragt hätte. So war zum Beispiel gegenüber dem Embryo der Fig. 5 keine Größenzunahme zu konstatieren.

Sehr viel weiter entwickelt zeigen sich die Lungen an dem in Fig. 7 auf Taf. I wiedergegebenen Modell. Vor allem ist jetzt die rechte Lungenausstülpung stark ausgewachsen und hat an Länge die linke beinahe schon erreicht. Kranial von den beiden Lungen zeigt der Schlunddarm noch immer ähnliche Verhältnisse wie in den Stadien der Fig. 5 und 6, nur hat sein Kaliber zugenommen und sind die rinnenförmigen Einbuchtungen seiner Seitenwände etwas tiefer geworden. Es ist also der ventrale Schlunddarmraum, in den die beiden Lungenräume münden, von dem dorsalen Raume auch in der unmittelbaren Nachbarschaft der Lungen noch nicht gesondert.

In der Folge wächst die rechte Lunge sehr viel rascher als die linke und übertrifft sie bald an Länge (vergl. Fig. 8 auf Taf. I). Ich habe dabei den Eindruck, daß die linke Lunge eine kurze Zeit hindurch im Wachstume stehen bleibt oder doch nur sehr wenig weiterwächst, ein Umstand, auf den ich bei Besprechung der Entwicklung des linken Nebengekröses noch zurückkommen werde. In dem Stadium der Fig. 8 hat nun der Prozeß der Bildung der Trachea bereits gewisse Fortschritte gemacht, indem sich

[1] Dieser Ausdruck wurde zuerst von Greil (3) für die entsprechende Bildung der Anuren gebraucht.

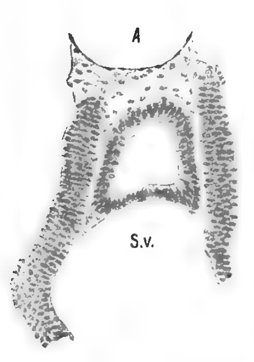
die den Bifurkationswulst abgrenzende Rinne wesentlich vertieft hat und auch ihre kranialen Ausläufer tiefer geworden sind. Es ist also jetzt schon der Teil der Trachea, der als Bifurkationsstelle bezeichnet werden könnte, vom Oesophagus vollständig gesondert. Mit dem weiteren Auswachsen der Lungen macht nun auch der Prozeß der Abschnürung der Trachea vom Oesophagus weitere Fortschritte. Es hätte jedoch keinen Zweck, diesen Prozess hier eingehender zu schildern, da er sich in wesentlich ähnlicher Weise abzuspielen scheint wie bei Säugerembryonen. Außerdem hat Hesser (4) den Nachweis geliefert daß die Trachea bei Schildkrötenembryonen tatsächlich einem am Schlunddarme in kaudokranialer Richtung fortschreitenden Abschnürungsprozesse ihre Entstehung verdankt.

Fasse ich nun kurz das über die erste Anlage der Lungen von *Emys* gesagte zusammen, so ergibt sich, daß dieselbe eine paarige ist und daß in dieser Beziehung ähnliche Verhältnisse vorliegen, wie sie von Greil (2, 3) für die Embryonen der *Anuren* und *Urodelen* festgestellt wurden. Aber auch die weitere Entwicklung der Lunge, die Art und Weise, wie die beiden Lungenanlagen miteinander in Verbindung treten und wie sich die Bifurkationsstelle der Trachea vom Schlunddarme abschnürt, erinnert lebhaft an die von Greil geschilderten analogen Vorgänge bei den *Anuren.*

Sehr interessant ist die eigentümliche Assymetrie der beiden Lungenausbuchtungen in frühen Entwickelungsstadien, die den späteren Verhältnissen nicht entspricht, indem die Anlage der linken Lunge in ihrer Entwicklung der der rechten zunächst vorauseilt. Dieses Verhalten scheint übrigens nicht nur für *Emys* charakteristisch zu sein, denn Hesser hat ein frühes Stadium der Lungenentwicklung von *Chrysemys*[1] abgebildet und beschrieben, welches ebenfalls eine stärkere Ausbildung der linken Lunge erkennen läßt, während in späteren Entwickelungsstadien auch bei dieser Form die rechte Lunge der linken im Wachstume vorauseilt.

Naturgemäß drängte sich mir sofort die Frage auf, ob nur bei *Emys* die Lungenanlage eine paarige sei und ob sich nicht auch für die Embryonen anderer Reptilien ähnliche Verhältnisse wie bei *Emys* feststellen ließen. Von *Lacerta* und von Schlangenembryonen lagen mir nun leider nur einige Entwickelungsstadien vor, die für die Lösung dieser Frage in Betracht kommen konnten. Dagegen ergab die Untersuchung einer größeren Zahl von *Anguis*embryonen ziemlich klare Resultate, über die ich im nachfolgenden berichten will. Bei dem jüngsten *Anguis*embryo (Kopflänge 1·2 *mm*), bei dem ich die erste Andeutung einer Lungenanlage nachweisen konnte, zeigt der kaudal vom Schlundbuchtengebiete gelegene Abschnitt des Schlunddarmes Verhältnisse, wie sie die Fig. 9 auf Taf. I wiedergibt. An der Stelle, von welcher später die Lungenausstülpungen ausgehen, zeigt der sich im allgemeinen kaudalwärts verjüngende Schlunddarm eine leichte Erweiterung, deren Querschnitt, wie nachstehende Fig. 7 zeigt, annähernd hufeisenförmig

Fig. 7.

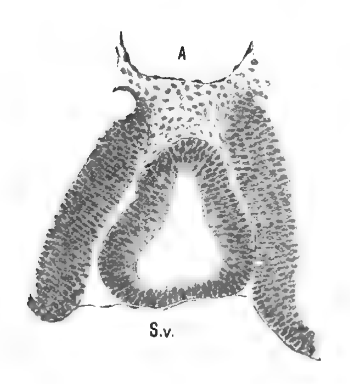


Querschnitt durch den Lungendarm eines Embryos von *Anguis fragilis* von 1·22 *mm* Kopflänge.
(Vergr. 150fach.)
Buchstabenerklärung:
A. = Aorta. *S. v.* = Sinus venosus.

[1] Es ist offenbar derselbe Embryo, den auch Bromann untersucht hat (Embryo 2) p. 459.

erscheint. Die ventrale Wand dieser Erweiterung, der das Endocardhäutchen des Sinus venosus innig anliegt und die etwas dünner ist als die übrige Schlunddarmwand, ist gegen das Lumen des Schlunddarmes leicht eingebuchtet, so daß zwischen seiner lateralen und seiner ventralen Wand jederseits eine rinnenförmige Ausladung erscheint, die nach der Untersuchung weiterentwickelter Stadien entschieden als Lungenanlage anzusprechen ist. Weiter kranial (vergl. Fig. 9 auf Taf. I) tritt dann an der ventralen Wand des Schlunddarmes eine ganz schwach ausgeprägte kielförmige Ausladung auf, an deren Stelle sich später die Trachealrinne entwickelt. Bei einem etwas älteren Embryo (Kopflänge 1·32 *mm*) erscheint diese kielförmige Ausladung sehr scharf ausgeprägt (vergl. Fig. 10 auf Taf. I) und übergeht kaudalwärts unmittelbar in eine ventrale buckelförmige Ausladung des Schlunddarmes, die der Lungenanlage entspricht. Nun ist aber in diesem Falle der Schlunddarm ziemlich stark von der Seite her komprimiert und da bei einem anderen nur wenig älteren Embryo von dieser kielförmigen Ausladung überhaupt nichts wahrzunehmen ist, so darf ich wohl annehmen, daß in dem Falle der Fig. 10 ein durch äußere Einflüsse bei der Fixierung des Embryos bedingtes Verhalten vorliegt. Die Lungenanlage erscheint, wie schon erwähnt, in diesem Falle in Form eines jederseits seitlich ausladenden Buckels der ventralen Schlunddarmwand, kaudal von dem sich das Darmrohr rasch verjüngt. Auf dem Querschnitte (vergl. nachstehende Fig. 8) zeigt der Schlund-

Fig. 8.



Querschnitt durch die Lungenanlage eines *Anguis*embryos von 1·32 *mm* Kopflänge.
(Vergr. 150 fach.)

Buchstabenerklärung:
A. = Aorta. *S. v.* = Sinus venosus.

darm in dieser Gegend eine typische Birnform. Seine ventrale Wand ist dabei dünner als seine Seitenwandungen und liegt wie früher dem Endokardhäutchen des Sinus venosus unmittelbar an.

Ungefähr auf derselben Höhe der Entwickelung wie das eben beschriebene Stadium von *Anguis* dürfte die Lungenanlage von *Tropidonotus* stehen, die Schmalhausen (8.) als jüngste beschrieben hat. Untersucht man aber noch etwas jüngere *Tropidonotus*embryonen, so erkennt man, daß auch bei dieser Form vorerst ähnliche Verhältnisse der Lungenanlage vorliegen wie bei dem jüngsten *Anguis*-Embryo, dessen Lungenanlage ich in Fig. 8 auf Taf. I abgebildet habe. Fig. 16 und 17 auf Taf. II zeigt den in Betracht kommenden Schlunddarmabschnitt eines *Tropidonotus*-Embryos von 1·3 *mm* Kopflänge in der Ventralansicht und in der Ansicht von der Seite und besonders der Vergleich der Fig. 9 und 13 zeigt, daß bei beiden Formen eine recht weitgehende Übereinstimmung der Verhältnisse besteht.

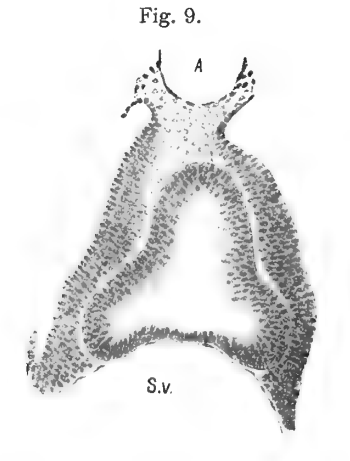
Ein weiteres Modell eines Schlunddarmes mit Lungenanlage von *Anguis* ist in Fig. 11 auf Taf. I wiedergegeben. An ihm treten jetzt schon sehr deutlich die beiden Lungenausbuchtungen hervor. Allerdings ist nur erst ihr kaudalster Teil blindsackförmig und man erkennt noch deutlich die ursprüngliche Rinnenform der Ausstülpung. Einen Querschnitt durch den Schlunddarm in der Gegend der Lungenanlage

zeigt untenstehende Fig. 9. Ich habe diese Figur hauptsächlich deshalb gebracht, weil an ihr die Beziehung der Lungenanlage zum Endokardhäutchen des Sinus venosus besonders klar zu ersehen ist. Auch ergibt ein Vergleich der Textgfig. 7, 8 und 9 aufs klarste, daß sich die Lungenausstülpung des Stadiums der Fig. 11 auf Taf. I aus der rinneförmigen Ausladung des Schlunddarmes des Stadiums der Fig. 9 auf Taf. I entwickelt haben muß.

Aufmerksam machen möchte ich noch darauf, daß die Schlunddarmwand des Stadiums der Fig. 10 vergl. Textfig. 8) in der Gegend der Lungenanlage im allgemeinen dicker erscheint als die des Stadiums der Fig. 11 (vergl. Textfig. 9).

Dies gilt insbesondere für die ventrale Wand, die dicker erscheint (vergl. Textfig. 8) als bei dem nächst jüngeren (vergl. Textfig. 7) und dem nächst älteren Embryo (vergl. Textfig. 9). Nun spricht auch die Untersuchung etwas älterer Embryonen dafür, daß die Schlunddarmwand in der Gegend der Lungen-

Fig. 9.



Querschnitt durch die Lungenanlage eines *Anguis*embryo von 1·52 *mm* Kopflänge.
(Vergr. 150 fach.)
Buchstabenerklärung:
A. = Aorta. *S. v.* = Sinus venosus.

anlage nicht einmal dicker wird und sich dann gleich wieder verdünnt, sondern ich bin der Meinung, daß es sich in dem Falle der Textfig. 8 um eine Dickenzunahme der Wand handelt, die wie die seitlich komprimierte Form des Schlunddarmes durch äußere Verhältnisse bei der Fixierung des Embryos bedingt war.

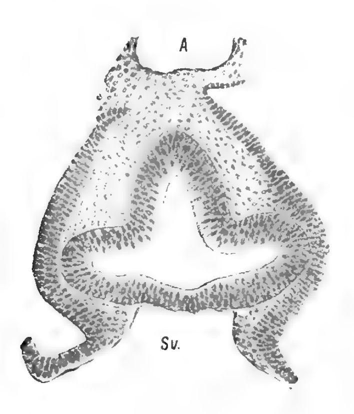
Daß die ventrale Wand des Schlunddarmes in diesem Falle dicker erscheint, mag auch darauf zurückzuführen sein, daß der Sinus venosus nicht so prall gefüllt war, wie bei den anderen untersuchten Embryonen. Hervorheben möchte ich ferner noch, daß in dem Stadium der Fig. 11 von der Anlage einer Trachealrinne nichts zu sehen ist, was mich, wie ich schon früher angegeben habe, in der Meinung bestärkt, daß die als Trachealrinne imponierende kielförmige Ausladung des Stadiums der Fig. 10 als eine durch seitliche Kompression während der Fixierung bedingte Erscheinung zu betrachten ist.

Dagegen ist in dem nächstfolgenden Stadium (vergl. Fig. 12 und 13 auf Taf. I) eine von der Gegend der Schlundbuchten herabziehende Rinne sicherlich bereits wohlausgebildet und als Trachealrinne zu deuten, und dies um so mehr, als der Querschnitt des unmittelbar kranial von den Lungenausstülpungen befindlichen Abschnittes des Schlunddarmes leicht birnförmig erscheint, also an seiner Seitenwand bereits jederseits eine leichte rinnenförmige Einbuchtung nachzuweisen ist, die einen ventralen Trachealraum des Schlunddarmes von einem dorsalen Oesophagusraum unvollkommen sondert. Interessant ist dieses Entwicklungsstadium deshalb, weil ihm eine kaudale Abgrenzung der Lungenanlage gegen den auf diese Anlage folgenden Darmabschnitt in Form einer an der Ventralseite befindlichen Querfurche, wie sie in den Stadien der Fig. 12 und 13 schon deutlich hervortrat, vollständig fehlt (vergl. Fig. 12 und 13 auf Taf. I), und sich die Erweiterung des Schlunddarmes, aus der die Lungenauslagungen ventrolateralwärts hervorragen, noch eine kurze Strecke weit über diese Ausladungen hinaus kaudalwärts ausdehnt

(vergl. Fig. 13). Dabei erweist sich die ventrale Schlunddarmwand zwischen den beiden Lungenausladungen, wie untenstehende Fig. 10 zeigt, im Vergleiche mit dem vorhergehenden Stadium (vergl. Textfig. 9) wesentlich verdickt. Auch lehrt uns Textfig. 10, daß sich nun der Sinus venosus von der Lungenanlage abzuschnüren beginnt und wie sich zwischen Splanchnopleuraüberzug der dorsolateralen Wandpartien des Schlunddarmes und der dorsalen Wandungen der Lungenausstülpungen Bindegewebszellen in großer Menge eingeschoben haben.

Die Fig. 14 und 15 auf Taf. II zeigen zwei weitere Entwicklungsstadien der Lunge von *Anguis*, bei denen der Prozeß der Abschnürung der Lungenanlage und der Trachea vom Schlunddarme in vollem Gange ist, ein Prozeß, der sich bei *Anguis* in ganz ähnlicher Weise abspielt wie bei *Emys*. In Fig. 14, die ein ähnliches Stadium wiedergibt, wie es auch Hesser (4) abgebildet hat, sind die beiden Lungensäcke

Fig. 10.



Querschnitt durch die Lungenanlage eines *Anguis*embryos von 1·54 *mm* Kopflänge.
(Vergr. 150fach.)

Buchstabenerklärung:
A. = Aorta. S. v. = Sinus venosus.

noch nahezu gleich groß und beinahe symmetrisch gelagert, während in dem Stadium der Fig. 15 der rechte Lungensack bereits wesentlich länger ist als der linke.

Aus dem eben mitgeteilten geht also auf das klarste hervor, daß sowohl bei *Anguis* als auch bei *Tropidonotus* die erste Anlage der Lungen eine paarige ist, daß sie aber bei diesen beiden Formen nicht wie bei *Emys* gleich von Anbeginn als paarige sackartige Ausbuchtung erscheint, sondern daß sie hier die Form von zwei an der Grenze zwischen laleraler und ventraler Schlunddarmwand befindlicher Rinnen hat, deren kaudaler Teil sich erst allmählich sackartig ausbuchtet, während sich in der Regel gleichzeitig an dem zwischen diesen Ausbuchtungen befindlichen Teile der Schlunddarmwand, so wie bei *Emys*-Embryonen, wenn auch vielleicht etwas früher als dort, eine rinnenförmige Querverbindung zwischen den beiden Lungenaussackungen, die Bifurkationsrinne bildet.

Nicht viel anders als bei *Anguis* dürften sich nach dem, was ich bei den Embryonen von *Lacerta agilis* gesehen habe, die ersten Stadien der Lungenentwicklung bei dieser Form verhalten. Nur hat der Querschnitt des Schlunddarmes in der Gegend der Lungenanlage nicht Hufeisenform, wie bei *Anguis* sondern erscheint, wie Fig. 36 auf Taf. III zeigt und wie Peter (7) richtig angegeben hat, dreieckig. Kranial von der Stelle der Lungenanlage zeigt dagegen der Schlunddarm einen mehr rundlichen Querschnitt und ist sehr wesentlich weiter. Es verjüngt sich also bei *Lacerta* der Schlunddarm in diesem Entwickelungsstadium kaudalwärts ganz allmählich und nimmt in der Gegend der Lungenanlage eine dreikantige Gestalt an. Unmittelbar kaudal von dieser dreikantigen Partie verjüngt sich dann das Darmrohr ungemein rasch. Die Lungenanlage ist also auch bei *Lacerta* paarig und erscheint in Form von zwei kurzen symmetrischen Rinnen zwischen der ventralen und den seitlichen Wänden des kaudalen Schlunddarmabschnittes dort, wo derselbe dem Sinus venosus anliegt.

Entsprechend den kaudalen Enden dieser Lungenrinnen buchten sich dann in der Folge die beiden Lungenaussackungen vor, wie dies zum Beispiel Fig. 37 auf Taf. III zeigt und ich besitze Serien durch Embryonen von *Lacerta agilis* und *viridis*, deren Lungenanlagen nicht viel anders aussehen, wie die in Fig. 11 auf Taf. I abgebildete eines Embryos von *Anguis fragilis*.

Zusammenfassend kann also gesagt werden, daß bei den untersuchten Reptilienformen die Lungenanlage eine paarige ist und von der Entstehung einer unpaaren Lungenrinne, die der Bildung von paarigen Lungenausstülpungen vorausgehen würde, nicht gesprochen werden kann. Vergleicht man aber die erste Anlage der Lungen von *Emys*-Embryonen mit der der Embryonen von *Anguis*, *Lacerta* und *Tropidonotus*, so wird man sagen müssen, daß sicherlich bei *Emys*embryonen insoferne primitivere Verhältnisse vorliegen, als bei ihnen die Lungenanlagen als paarige Ausbuchtungen der seitlichen Schlunddarmwand auftreten, während bei den anderen untersuchten Reptilienformen die erste Anlage der Lungen, die sogenannten Lungenrinnen, schon von vornherein mehr der ventralen Wand des Schlunddarmes angehören, indem sie zwischen dieser und den Seitenwandungen auftreten.

Die Bildung der sogenannten Nebengekröse.

Bevor nun die Beziehungen geschildert werden können, die sich zwischen den auswachsenden Lungensäcken und den Nebengekrösen herstellen, soll auf die Art, wie die letzteren entstehen, näher eingegangen werden. Bromann hat wie schon erwähnt nur eine sehr beschränkte Zahl von *Emys* und *Chrysemys*-Embryonen untersuchen können und die einzelnen Stadien, die ihm zur Verfügung standen, lagen so weit auseinander, daß er über die erste Entstehung der Nebengekröse und der von ihnen begrenzten Buchten eigentlich nicht viel aussagen konnte. Ich ziehe es deshalb vor, zunächst die Tatsachen ausführlich zu schildern, die ich bei den Embryonen von *Emys* selbst ermittelt habe und dann erst auf Bromanns Angaben und Schlußfolgerungen einzugehen, wobei ich nicht verabsäumen werde, auch die Befunde mitzuteilen, die die Untersuchung der Entwicklung der Nebengekröse von *Lacerta*, *Anguis* und gewisser Schlangen ergeben hat. Denn die Schlußfolgerungen, die Bromann zieht, beziehen sich zum Teile auch auf die Resultate von an diesen Formen vorgenommenen Untersuchungen.

Warum ich dabei nicht von der Bildung von Mesenterialrezessen, sondern von der Bildung der Nebengekröse spreche, wird aus dem folgenden hervorgehen.

Die erste Anlage des rechten Nebengekröses tritt bei *Emys*-Embryonen in Form einer einfachen, zuerst ganz niedrigen, leistenförmig gegen die Leibeshöhle zu vorspringenden Falte der Splanchnopleura auf. Ich will nun bei meiner Schilderung von den Verhältnissen eines Embryos ausgehen, bei dem diese Falte schon eine gewisse Mächtigkeit erlangt hat. Es handelt sich um einen Embryo von 1·0 *mm* Kopfänge, von dem die in den Fig. 28—31 auf Taf. III abgebildeten Querschnitte herrühren. An zwei der Figuren (30 und 31) tritt uns die Falte (Bromann hat sie *Plica mesogastrica* genannt), die ich in der Folge als rechte Nebengekrösfalte bezeichnen will, entgegen und wir erkennen, daß es sich tatsächlich um eine einfache Splanchnopleurafalte handelt, die beinahe rein lateralwärts gerichtet ist. Die Falte hat bei unserem Embryo schon eine ganz erhebliche Länge, indem sie über 28 Schnitte von 0.01 *mm* Dicke verfolgt werden kann. Folgen wir ihr in kaudokranialer Richtung, so sehen wir sie sich etwas kranial von der Gegend der späteren dorsalen Pankreasanlage an der rechten Lamelle des noch aus einer einfachen Splanchnopleuraduplikatur bestehenden dorsalen Darmgekröses allmählich erheben und zunächst ein Stück weit dorsal von der Darmrinne (vergl. Fig. 32) kranialwärts verlaufen. Dann schiebt sie sich in der Gegend der vorderen Darmpforte allmählich ventralwärts vor, bis sie schließlich in der Höhe des in Fig. 31 abgebildeten die Leberanlage treffenden Schnittes, etwa in der Mitte der rechten Seitenwand des Darmes gefunden wird. Hier verstreicht sie dann kranialwärts ganz allmählich. Doch erscheint in ihrer kranialen Fortsetzung der Coelomepithelüberzug der seitlichen Darmwand (vergl. Fig. 30 auf Taf. III) etwas dicker als auf der linken Seite an korrespondierender Stelle. Betrachten wir die Falte an den in

Fig. 31 und 32 abgebildeten Schnitten etwas genauer, so sehen wir, daß an ihrer Ventralseite, zwischen ihr und dem Splanchnopleuraüberzuge der Darmwand eine überaus seichte kaum angedeutete Rinne erkennbar ist, die zweifellos der Bildung entspricht, welche Bromann als Recessus mesenterico-entericus bezeichnet hat. Die Falte selbst läßt erkennen, daß das Epithel, aus dem sie gebildet ist, an ihrer Kuppe niedriger erscheint, wie im Bereiche ihrer beiden Lamellen und wie dort, wo diese Lamellen in die benachbarte Splanchnopleura umbiegen, die letztere aus noch höheren Zellen besteht, wie in der Nachbarschaft und sowohl dorsal als ventral von dem spitzwinkeligen Lumen der Falte (dem Faltenmunde) keilförmig vorspringt (Faltenlippen), wobei an manchen Schnitten der Winkel der ventralen Faltenlippe etwas spitzer erscheint als der der dorsalen. Es ist nun die Frage, wie sich diese Falte bildet.

Ich habe mir viel Mühe gegeben, diese Frage ihrer Beantwortung zuzuführen, muß aber sagen, daß ich sie mit Bestimmtheit nicht zu beantworten vermag. Es lagen mir im ganzen noch sieben Schnittserien durch Embryonen vor, die etwas jünger waren wie der, von dem die Schnitte der Fig. 28 bis 32 auf Taf. III herrühren und bei denen die Falte, wenn auch bei einzelnen kaum eben erst angedeutet, schon nachweisbar war. Von der Leberanlage war bei ihnen entweder noch gar nichts nachzuweisen, oder aber die Stelle ihrer Anlage war durch eine Verdickung der Entodermplatte markiert. Dabei hatte die Abschnürung des Darmes vom Sinus venosus noch nicht begonnen und die kraniale Wand der vorderen Darmpforte schloß unmittelbar an die kaudalen Schenkel des Herzschlauches an. Auch waren die beiden Splanchnopleuralamellen, die später, indem sie aneinander heranrücken, um das dorsale Gekröse zu bilden. noch ziemlich weit voneinander entfernt. Fig. 47 auf Taf. IV zeigt uns nun einen Durchschnitt durch die Darmrinne mit ihrem Splanchnopleuraüberzuge und einem Stücke der benachbarten Aortenwand eines solchen Embryos, bei dem die Anlage der Nebengekrösfalte schon recht deutlich zu sehen war. Diese Falte sitzt hier der rechten Wand der Darmrinne auf und läßt sich über eine längere Strecke hin verfolgen. Dabei verstreicht sie sowohl kaudalwärts als kranialwärts, erstreckt sich aber in der letzteren Richtung noch eine Strecke weit auf die Seitenwand des schon geschlossenen Darmrohres. Die Betrachtung eines Durchschnittes durch die Falte ergibt, daß auch in so frühen Stadien schon das Epithel ihrer Kuppe etwas niedriger ist als das ihrer beiden Abhänge. Dabei ist der dem Entoderm zugewendete Faltenmund weit offen und die beiden Faltenlippen, die sich kaun voneinander unterscheiden, noch ganz niedrig und abgerundet. Das Epithel des ventralen Faltenabhanges erscheint dabei etwas höher als das der dorsalen.

Ganz ähnliche Bilder zeigen die Durchschnitte durch die Falte auch an anderen Stellen. Welcher Art die Wachstumsvorgänge in der Splanchnopleura sind, die zur Erhebung der Falte führen, habe ich nicht ergründen können, denn in Teilung begriffene Zellen fand ich in meinen Präparaten an den verschiedensten Stellen, sowohl in der Nachbarschaft der Falte als in ihren beiden Abhängen, ja auch auf ihrer Kuppe vor. Bei keinem der untersuchten Embryonen aber war ihre Zahl eine erheblich große und vor allem fanden sie sich bei keinem Embryo an bestimmten Stellen in größerer Zahl vor als an anderen, woraus hätte geschlossen werden können, daß bestimmte Partien der Splanchnopleura stärker wachsen würden als andere. Ob man aber berechtigt wäre, aus der größeren Höhe des Epithels an bestimmten Stellen ohne weiteres auf ein regeres Wachstum der betreffenden Zonen der Splanchnopleura zu schließen, scheint mir zum mindesten etwas zweifelhaft. Nur das eine wird glaube ich schwerlich jemand behaupten wollen, wenn er Bilder wie das in Fig. 47 auf Taf. IV abgebildete gesehen hat, daß die erste Anlage der Nebengekrösfalte bei *Emys* durch eine von der Leibeshöhle aus vorgreifende Buchtbildung erfolge.

Daß der kaudale Abschnitt der Faltenanlage, wenn sich das dorsale Darmgekröse zu bilden beginnt und der Grund der Darmrinne von der Aortenwand abrückt, scheinbar von der Wand der ersteren auf die rechte Lamelle des Gekröses hinaufrückt, ist aus einem Vergleiche der Fig. 47 auf Taf. IV und der Fig. 32 auf Taf. III zu ersehen. Freilich vermag ich auch in diesem Falle nur die Tatsache der Erscheinung festzustellen, nicht aber genauer anzugeben, wie sich der Vorgang im einzelnen abspielt. Hervorheben möchte ich nur, daß ich den Eindruck erhalten habe, als würde im Anfange, bei der Bildung des dorsalen Gekröses, die Darmrinne zwischen den an der Ventralseite der Aorta gegeneinander vorrückenden Splanchnopleura-

lamellen ventralwärts etwas herausgeschoben werden, wodurch die Stelle, an welcher die Faltenanlage sitzt, in das Niveau der dorsalen Wand der Darmrinne und später noch über dasselbe hinaus dorsalwärts zu liegen kommen würde.

Wie nun aber entsteht aus der rechten Nebengekrösfalte das sogenannte Nebengekröse, das heißt jene Gekröseplatte, die später das dorsale Darmgekröse mit der Wand des Sinus venosus und der Leber in Verbindung setzt? Um diese Frage zu beantworten, müssen wir zunächst neben dem Schnitte der Fig. 31 auch noch weiter kranial gelegene Schnitte durch denselben Embryo einer genaueren Untersuchung unterziehen. Vor allem möchte ich darauf aufmerksam machen, daß die Leibeshöhle in der Gegend der Leberanlage (Fig. 31) und unmittelbar kranial von ihr (Fig. 30) gegen das von einer Splanchnopleuraduplikatur gebildete ventrale Magengekröse zu jederseits eine rinnenförmige Ausladung (S. h. e.) zeigt, die linkerseits kaum angedeutet, rechterseits ziemlich tief vorgreift. Die tiefe rinnenförmige Ausladung der rechten Leibeshöhlenhälfte entspricht dem, was Bromann als Recessus hepato-entericus bezeichnet. Ich werde sie in der Folge Sulcus hepato-entericus dexter nennen. Sie ist so wie die der Gegenseite vorhanden, sobald sich der Sinus venosus und die Leberanlage in der in Betracht kommenden Gegend vom Darme abgeschnürt hat, ein Abschnürungsprozeß, der bekanntermaßen zur Bildung des ventralen Darmgekröses zwischen Darm und Leber führt. Verfolgt man nun den Sulcus hepato-entericus an unserer Serie kranialwärts, so sieht man, daß er ganz plötzlich zu bestehen aufhört. Ein Querschnitt (Fig. 29 auf Taf. III) 30 μ kranial von dem in Fig. 80 abgebildeten Schnitte läßt von der tiefen Rinne nichts mehr erkennen. Doch findet sich an der Stelle, wo in Fig. 30 diese Rinne noch getroffen wurde, in Fig. 29 eine keilförmige der Splanchnopleura angehörige Zellmasse, die zwischen Darmrohr und Endokardhäutchen des Sinus venosus vorgeschoben ist und die sich nur über zwei Schnitte weit kranialwärts verfolgen läßt, so daß schon 20 μ weiter kranial die ventrale Wand des Darmrohres in breiter Berührung mit der endokardialen Wand des Sinus venosus steht (Fig. 28 auf Taf. IV). Unsere Rinne endigt also unmittelbar kranial von der Querschnittsebene der Fig. 30 und die an ihrer Stelle in Fig. 29 getroffene keilförmige Zellmasse ist nichts anderes, als die durch den Schnitt tangential getroffene, den kranialen Abschluß der Rinne bildende Splanchnopleuraauskleidung Naturgemäß muß ja die Rinne dort endigen, wo das Entodermrohr breit mit der Wand des Sinus venosus in Berührung steht, so daß das kraniale Ende der Rinne dieses Entwicklungsstadiums gewissermaßen den Punkt markiert, an welchem der Abschnürungsprozeß, der zur Bildung des ventralen Gekröses führt und sich in Form eines Vordringens des Koeloms mit seiner epithelialen Auskleidung zwischen Sinus venosus und Leberanlage einer und Darmwand andrerseits manifestiert, eingesetzt hat.

Untersuchen wir nun Querschnitte durch einen nur ganz wenig weiter entwickelten Embryo, wie sie in Fig. 33 bis 35 auf Taf. III wiedergegeben sind, so sehen wir, daß die rechte Nebengekrösfalte jetzt schon in einer Höhe nachweisbar ist (vergl. Fig. 35),[1] die ungefähr der Höhe des dem Schnitte der Fig. 30 vorhergehenden Schnittes entspricht und finden, daß sie gleich auf dem nächstfolgenden Schnitte (Fig. 34) mit der dorsalen Wand des Sinus venosus durch eine Zellmasse in Verbindung steht, die das kraniale Ende des im Schnitte der Fig. 35 seitlich noch weit offenen Sulcus hepato-entericus dexter abschließt und so zu einer kranialwärts blind endigenden Bucht umwandelt Die beiden kranialwärts anschließenden Schnitte habe ich nicht abgebildet, weil sie im wesentlichen dasselbe zeigen, was an dem Schnitte der Fig. 29 zu sehen ist, das heißt im Anschlusse an die oben erwähnte allseitig geschlossene Bucht ihre tangential getroffene kraniale Wand, die im Schnitte als eine keilförmige, solide Ausladung der rechten Splanchnopleura erscheinen muß, die sich zwischen die ventrale Wand des Darmrohres und das Endokardhäutchen des Sinus venosus einschiebt.

Drei Schnitte weiter kranial endlich liegen die Verhältnisse so wie sie die Fig. 33 auf Taf. III zeigt. Von der keilförmigen Zellmasse ist nichts mehr zu sehen und die ventrale Wand des Darmrohres liegt in

[1] Auf eine Erklärung der Verhältnisse, welche die Nebengekrösfalte auf diesem Schnitte zeigt, werde ich später noch eingehen.

ihrer ganzen Breite dem Endokardhäutchen des Sinus venosus an. Das heißt mit anderen Worten, es ist in diesem Entwicklungsstadium die erste Anlage jener Bucht zu sehen, die Bromann als Recessus hepato-mesenterico-entericus bezeichnet.

Wie sind nun die im Vorausgehenden beschriebenen Querschnittsbilder zu deuten? Ich glaube, daß dieselben nur in der Weise gedeutet werden können, daß man sagt: Wenn die rechte Nebengekrösfalte sich weiter entwickelt und dabei kranialwärts verlängert, so muß sie schließlich das durch den Querschnitt der Fig. 29 getroffene Gebiet erreichen und kann nun, indem sie sich weiterbildet, von der lateralen Darmwand aus über den lateralen Teil des im Schnitte der Fig. 29 tangential getroffenen kranialen Wandabschlusses unseres Sulcus hepato-entericus dexter an die Wand des Sinus venosus gelangen, ohne daß man sich etwa vorstellen müßte, daß eine Verwachsung der Nebengekrösfalte mit der Wand des Sinus venosus erfolgen würde. Das heißt, es würde sich derselbe Prozeß, der weiter kaudal zur Bildung der Nebengekrösfalte führt, von dem Splanchnopleuraüberzuge der Darmwand auf den lateralsten Teil der kranialen Abgrenzung des Sulcus hepato-entericus dexter fortsetzen. Dabei muß natürlich die Weiterbildung der Nebengekrösfalte in kranialer Richtung entlang einer flach bogenförmigen Linie erfolgen, die von der seitlichen Darmwand ventralwärts über den kranialen Wandabschluß des Sulcus hepato-entericus dexter gegen den Sinus venosus verläuft, während sich gleichzeitig der First des neugebildeten Teiles der Falte immer mehr kaudalwärts wendet. Dies muß aber wieder zur Folge haben, daß in dem bogenförmigen Abschnitte der Falte die Fortsetzung der ventralen Faltenlippe stärker vorspringt, wie die der dorsalen, die ganz abflacht und so erklärt es sich, daß wir an dem Schnitte der Fig. 35, der die Falte in ihrem bogenförmigen Teile schief durchschneidet, den Durchschnitt durch die ventrale Faltenlippe in Form eines Zellkeiles dorsalwärts vorspringen sehen, während von der dorsalen Lippe nichts wahrzunehmen ist.[1]

Man wird natürlich gegen diese Deutung einwenden können, daß die in Fig. 33 und 34 wiedergegebenen Bilder auch durch die Annahme erklärt werden könnten, daß sich die Nebengekrösfalte kranialwärts weiterbildet und daß, sobald sie die Höhe des kranialen Abschlusses des Sulcus hepato-entericus erreicht hat, von hier aus die Bildung einer kranialwärts gerichteten Bucht erfolgt. Ich glaube aber nach allem, was ich gesehen habe, nicht, daß eine solche Auffassung berechtigt wäre.

Es ist nun allerdings kaum möglich, mit voller Sicherheit nachzuweisen, ob eine Leibeshöhlenbucht, die, wie bei dem eben besprochenen Embryo, erst eine Tiefe von 0·01 *mm* aufweist, durch eine Einstülpung gebildet wird, oder ob sie, wie ich zu zeigen bestrebt war, durch das Auftreten einer sie lateralwärts begrenzenden Falte entsteht, es sei denn, daß man in der günstigen Lage wäre, nachzuweisen, daß in dem Rande der die Bucht begrenzenden Falte eine besonders rege Vermehrung der Zellen erfolgen würde, während in der kranialen Wand der Bucht gar keine oder doch nur eine schwache Zellvermehrung platz griffe. Auch daraufhin habe ich natürlich untersucht und bei drei gleichaltrigen Embryonen, deren rechte Bucht eine Tiefe von 0·01 *mm* aufwies, bei zweien, bei denen in der Splanchnopleura überhaupt nur sehr wenige Kernteilungsfiguren aufzufinden waren, ein absolut negatives Resultat erzielt. Dagegen war es mir möglich, bei dem dritten Embryo in dem Rande des die Bucht begrenzenden Faltenteiles sechs in Teilung begriffene Zellen aufzufinden, während ich in der kranialen Wand der Bucht nur eine Teilungsfigur entdecken konnte.

Nun vertieft sich aber die vom rechten Nebengekröse lateralwärts begrenzte Peritonealbucht, nachdem sie einmal gebildet ist, ungemein rasch und so versuchte ich durch Messung festzustellen, ob sich der Gipfel der Bucht kranialwärts vorschiebt, oder ob die Vertiefung die Folge einer durch aktives

[1] Ich habe begreiflicher Weise, um volle Klarheit über den Verlauf und die Beziehungen der Nebengekrösfalte zu gewinnen, die Verhältnisse der beiden Embryonen, von denen die Schnitte der Fig. 28 bis 35 herrühren, auch bei 150facher Vergrößerung modelliert und die beiden Modelle nur deshalb nicht abgebildet, weil ich, um dasselbe zu zeigen, was ich an der Hand der Schnittbilder gezeigt habe, von jedem Modelle mehrere Abbildungen hätte bringen müssen und dabei doch die Schnittbilder nicht hätte entbehren können.

Wachstum bedingten Verlängerung ihrer konkavrandig begrenzten, zunächst noch faltenförmigen lateralen Wand ist, also durch ein Auswachsen des Nebengekröses in kaudaler Richtung erfolgt. Für diese Messungen standen mir eine größere Zahl von Schnittserien durch *Emys*embryonen zur Verfügung. Aus diesen habe ich nur diejenigen benützt, bei denen die Schnittrichtung eine günstige war, das heißt, bei denen der Schlunddarm in der Gegend des noch erhaltenen Restes des Mesocardium posterius ziemlich senkrecht auf seine Längsrichtung getroffen wurde.

Als einigermaßen fixen Punkt für die Messung verwendete ich das kraniale Ende des Mesocardium posterius, wobei ich mir von vornherein darüber klar war, daß seine Längenausdehnung in kranialer Richtung gewissen Variationen unterworfen sein würde. Da mir aber eine genügend große Zahl von Serien zur Verfügung stand, fiel dieser Umstand nicht allzusehr ins Gewicht.

Serien durch Embryonen, bei denen die rechte Bucht eine Tiefe von 0·01 *mm* hatte, lagen mir vier vor. Bei ihnen betrug die Distanz zwischen kranialer Wand des Recessus und kranialem Rande des Mesocardium posterius, ich werde diese Distanz in der Folge als Distanz *A* bezeichnen, 0·07, 0·08, 0·11 und 0·13 *mm*. Embryonen, deren Recessus eine Tiefe von 0·02 *mm* hatte, lagen drei vor. Die Distanz *A* betrug bei ihnen 0·08, 0·13 und 0·13 *mm*. Zwei Embryonen mit einer Recessustiefe von 0·03 *mm* ergaben für die Distanz *A* Werte von 0·08 und 0·10 *mm*. Bei einem Embryo mit einer Recessustiefe von 0·04 *mm* betrug die Distanz *A* 0·13 *mm*. Bei drei Embryonen mit einer Recessustiefe von 0·06 *mm* ergab die Messung der Distanz *A* 0·07, 0·08 und 0·10 *mm*. Bei einem Embryo mit einer Recessustiefe von 0·07 *mm* betrug die Distanz *A* 0·10 *mm*. Zwei Embryonen mit einer Recessustiefe von 0·08 ergaben für die Distanz *A* 0·07 und 0·10 *mm*. Bei einem Objekte mit 0·09 *mm* Rezeßtiefe betrug die Distanz *A* 0·11 *mm*. Bei zwei Embryonen mit 0·10 *mm* Rezeßtiefe war *A* wieder = 0·09 und 0·12 *mm*, bei einem mit 0·11 *mm* Rezeßtiefe war sie 0·07 *mm*, bei einem mit 0·16 *mm* Rezeßtiefe 0·09 und bei einem mit 0·22 *mm* Rezeßtiefe 0·08 *mm*.

Ich glaube, daß die angeführten Zahlen eine genügend klare Sprache führen. Sie zeigen vor allem, daß die Distanz *A* bei Embryonen mit gleichweit entwickeltem rechten Nebengekröse, also gleichtiefer Bucht innerhalb bestimmter Grenzen variiert, was wie ich glaube darauf zurückzuführen ist, daß einmal das Mesocardium posterius nicht immer genau gleichweit kranialwärts reicht und daß auch die Stelle, an welcher sich bei gleichalten Embryonen der Gipfel der Bucht befindet, nicht immer genau gleich gelegen ist. Würde aber die Meinung richtig sein, daß die Bucht die Vermehrung ihrer Längenausdehnung einem kranialwärts erfolgenden Auswachsen verdankt, so müßte die Distanz *A* bei zunehmender Tiefe der Bucht rapid abnehmen, was aber nicht der Fall ist. Denn dieselbe Größe der Distanz *A*, von 0·08 *mm*, die wir bei einem Embryo fanden, dessen rechter Rezessus eine Tiefe von 0.22 *mm* aufwies, fanden wir auch schon bei je einem Embryo, bei dem diese Bucht 0·01, 0·02, 0·03, und 0·06 *mm* Tiefe hatte. Dabei könnte dann allerdings noch eingewendet werden, daß ein vermehrtes Längenwachstum in der betreffenden Region ein annäherndes Gleichbleiben der Distanz *A* bedingen müßte, trotzdem sich der Gipfel der Bucht stetig kranialwärts vorschiebt. Auch mit dieser Frage habe ich mich mit Zuhilfenahme von Sagittalschnittserien beschäftigt, bin aber dabei zu dem Resultate gekommen, daß bei der Vergrößerung und Kranialwärtsverschiebung des Herzens eher eine Reduktion des kranialen Randabschnittes des Mesocardium posterius, respektive eine leichte Verschiebung desselben in kaudaler Richtung statthat.[1] Kurzum ich kann nach sorgfältiger Prüfung der Verhältnisse kein Moment auffinden, welches für die Annahme sprechen würde, daß sich die vom rechten Nebengekröse begrenzte Bucht in kranialer Richtung vorschiebt. Ihre Vergrößerung erfolgt vielmehr, wie ich aus meinen Serien entnehmen zu können glaube, durch ein rapides Auswachsen der rechten Nebengekrösfalte.

---

[1] Sicher ist eine solche Verschiebung, die durch das Wachstum des Herzens und durch die Verlagerung seiner einzelnen Teile bedingt ist, für etwas vorgeschrittenere Entwicklungsstadien nachzuweisen, weshalb ich bei den Messungen nicht über Embryonen von 0·22 *mm* Rezeßtiefe hinausgegangen bin.

Dieses Auswachsen erfolgt in zweierlei Weise. Erstens wird die Nebengekrösfalte immer höher,[1] wobei sie gleichzeitig ganz allmählich ihre Stellung verändert. Während sie nämlich anfänglich fast rein lateralwärts gerichtet ist (vergl. Fig. 31 und 32 auf Taf. IV und Textfig. 11 *a*, *b*) bekommt sie nach und nach eine schiefe Stellung (vergl. Textfig. 12 *b*, *c*, *d*). Das heißt, ihre Kuppe sieht dann nicht mehr blos rein lateral-, sondern zugleich etwas ventralwärts. Dabei beginnt diese Stellungsänderung in dem kranialen Teile der Falte zuerst platz zu greifen und setzt sich dann immer weiter kaudalwärts fort. Bei dieser Stellungsänderung und dem Höherwerden der Falte nähert sich ihr Rand in kraniokaudaler Richtung immer mehr der ihr gegenüberstehenden Fläche der Leber. Dies hat wieder zur Folge, daß der an der Wand des Sinus venosus endigende kaudal gerichtete, schon von vornherein ziemlich kurze Teil des Faltenrandes, der einen kurzen, scharfen, seine Konkavität kaudalwärts richtenden Bogen bildet, immer kürzer wird. Und zweitens rückt gleichzeitig dieser Rand kaudalwärts immer weiter vor, bis er die dorsale Fläche der Leber erreicht. Und dieses Vorschieben hält gleichen Schritt mit dem Höherwerden der Nebengekrösfalte, so daß man den Eindruck erhält, als würde in der Folge der ventralwärts gerichtete Rand der rechten Nebengekrösfalte ganz allmählich in kraniokaudaler Richtung mit der dorsalen Fläche der Leber verwachsen.

An normalen Objekten läßt sich nun freilich schwer entscheiden, ob es sich tatsächlich um eine Verwachsung handelt, oder ob nur der kaudalwärts gerichtete in dorsoventraler Richtung überaus kurze Rand des Nebengekröses kaudalwärts wächst, was ja im Prinzipe auch dazu führen muß, daß die ursprünglich freien, der Leber gegenüberstehenden Teile des Randes der Nebengekrösfalte allmählich mit der Leber in Verbindung treten, was schließlich einer Verwachsung gleich käme. Aber wie gesagt läßt sich dies an einem normalen Objekte kaum mit Sicherheit entscheiden.

Ich besitze jedoch eine Schnittserie durch einen Embryo, dessen Linsensäckchen eben in Abschnürung begriffen war, die direkt zu beweisen scheint, daß eine solche Verwachsung stattfindet. Bei diesem Embryo hatte die vom rechten Nebengekröse begrenzte Peritonealbucht bereits eine Tiefe von 0·17 *mm* und das Nebengekröse zeigte 0·08 *mm* kaudal vom Gipfel der Bucht an seinem ventralen Ansatze eine Öffnung von 0·01 *mm* Durchmesser, die so beschaffen war, daß ich ihr Vorhandensein nur in der Weise zu erklären vermag, daß ich sage, es ist bei diesem Embryo die Verwachsung des ventralen Randes der rechten Nebengekrösfalte mit der dorsalen Fläche der Leber, respektive der dorsalen Wand des Sinus venosus (die Stelle befindet sich nämlich gerade dort, wo an der dorsalen Wand des Sinus venosus die ersten Leberzellen sichtbar werden), an einer kleinen Stelle unterblieben, und hat kaudal von dieser Stelle wieder frisch eingesetzt. Daß es sich an der vorliegenden Serie um eine artifiziell entstandene Öffnung handeln könnte, ist deshalb ausgeschlossen, weil der dorsale vom Nebengekröse begrenzte Rand der Öffnung genau so aussieht, wie der kaudal von der Peritonealbucht noch frei erhaltene Rand der Nebengekrösfalte, das heißt die beiden das Nebengekröse bildenden Epithellamellen gehen an ihm kontinuierlich in einander über und auch das ihm gegenüberstehende Epithel der dorsalen Leberfläche zeigt keinerlei Läsion. Der eben geschilderte Befund scheint also mit großer Wahrscheinlichkeit dafür zu sprechen, daß

---

[1] Ich besitze übrigens Schnittserien durch zwei Embryonen, von denen bei dem einen die von der rechten Nebengekrösfalte begrenzte Bucht eine Tiefe von 0·02, bei dem anderen eine solche von 0·05 *mm* hatte. War nun bei dem jüngeren Embryo, der sonst ganz wohlgebildet war, kaudal von der Bucht die Nebengekrösfalte kaum angedeutet, so fehlte sie bei dem älteren, der auch sonst noch einige Abweichungen vom normalen Verhalten zeigte, auf die ich hier nicht näher eingehen kann, vollständig. Sie war also bei ihm gerade in dem Gebiete, in welchem sie sonst zuerst angelegt wird, gar nicht zur Ausbildung gekommen. Wahrscheinlich hätten sich bei diesem Embryo in der Folge Verhältnisse entwickelt, wie ich sie bei einem Embryo mit 4·5 *mm*.Kopflänge sehe, bei dem sich nur ein ganz kurzes Lig. pulmonale ventrale dextrum vorfand, während sich das an dem Magengekröse haftende Lig. pulmonale dorsale bis über das kaudale Ende der rechten Lunge hinauserstreckte und der Teil des rechten Nebengekröses, der unter normalen Verhältnissen dem selbständig entstehenden Abschnitte der hinteren Hohlvene für seinen Übergang von der hinteren Bauchwand zur Leber dient, gar nicht entwickelt war. Natürlicherweise hatte dieses partielle Fehlen des rechten Nebengekröses zur Folge, daß in dem vorliegenden Falle eine normale hintere Hohlvene nicht gebildet werden konnte.

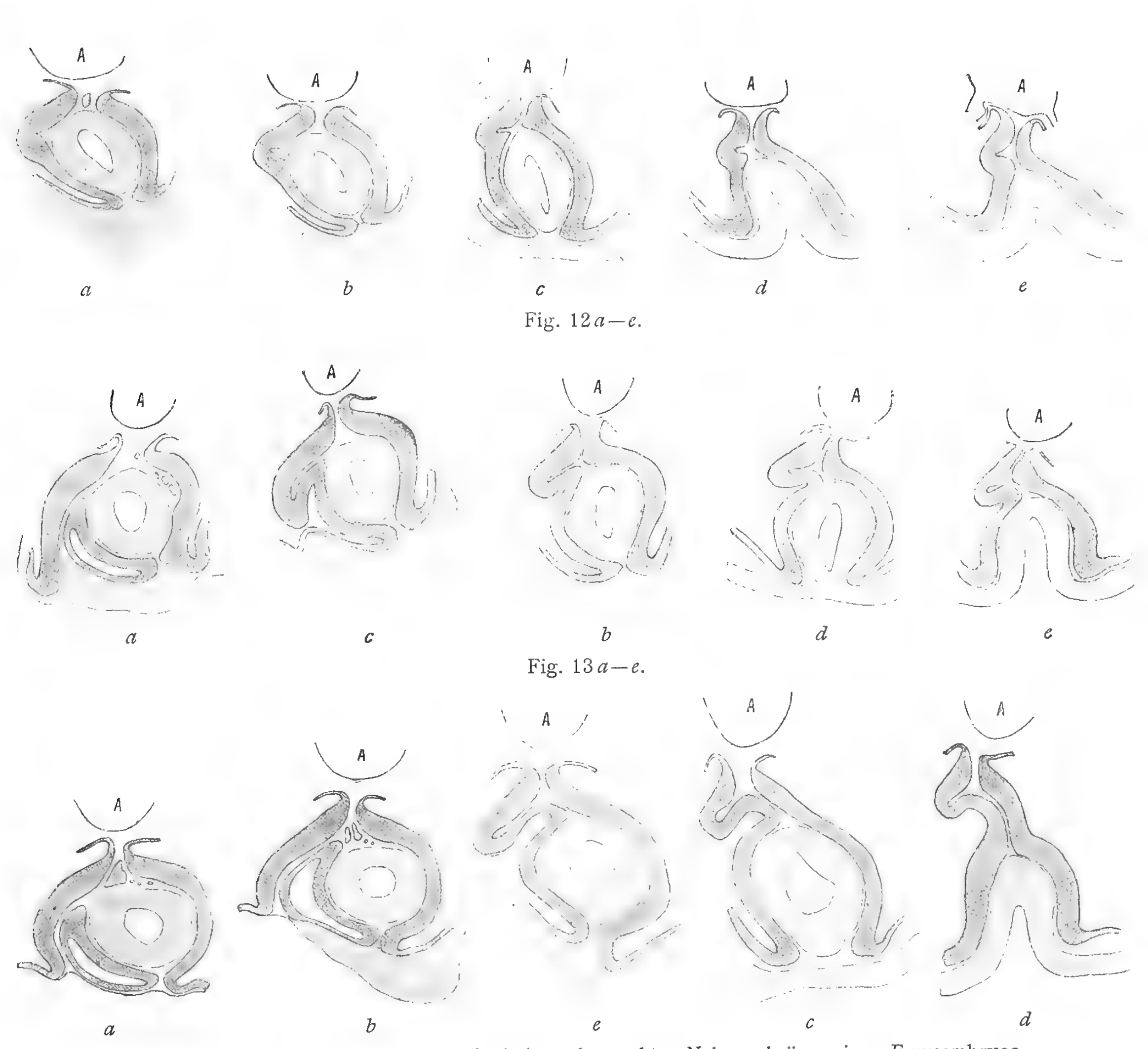
der Rand der rechten Nebengekrösfalte tatsächlich mit der ihm gegenüberliegenden Fläche der Leber verwächst, und daß sich dadurch das rechte Nebengekröse in kraniokaudaler Richtung verlängert.

Es ergibt sich nun weiter die Frage, wie sich die an der medialen Seite der rechten Nebengekrösfalte zwischen ihr und dem Darme und weiter kaudal zwischen ihr und dem ventralen Abschnitte des dorsalen Gekröses befindliche Rinne, die Bromann Recessus mesenterico-entericus nennt, vertieft. Daß diese Vertiefung in erster Linie auf ein Höherwerden der die Rinne nach rechts hin begrenzenden Nebengekrösfalte zurückgeführt werden muß, ist ohneweiters klar, aber außerdem könnte auch noch ein Zurückweichen des Grundes der Rinne in dorsaler Richtung, also eine Vertiefung durch aktives Vorwachsen der Coelomepithelauskleidung des Grundes der Rinne in dorsaler Richtung erfolgen. Ob sich nun ein solcher Vorgang tatsächlich abspielt oder nicht, ist sehr schwer zu beurteilen. Die rechte Nebengekrösfalte nımmt nämlich im Verlaufe ihrer weiteren Entwicklung recht erheblich an Länge zu. Diese Längenzunahme ist naturgemäß von dem Zeitpunkte an, in welchem die Falte vom Sinus venosus an bis ins Gebiet der Anlage des dorsalen Pankreas herabreicht, in ihrer kranial vom Pankreas gelegenen Strecke auf ein parallel mit dem Längenwachstum der benachbarten Organe, also insbesondere des Darmes und des dorsalen Darmgekröses, einhergehendes intersuszeptionelles Wachstum zurückzuführen. Ob aber dieses Wachstum in allen Teilen der Falte ein gleichmäßiges ist oder nicht, wird sich schwer entscheiden lassen. Ich halte es jedoch für sehr wahrscheinlich, daß der im Gebiete der Magenanlage befindliche Teil des Nebengekröses respektive der Nebengekrösfalte zunächst stärker in die Länge wachsen wird als derjenige Teil, der später dem kaudalsten Teile des Oesophagus benachbart liegt. Da man aber eine Grenze zwischen Oesophagus und Magenanlage in den in Betracht kommenden frühen Entwicklungsstadien noch nicht mit auch nur einiger Sicherheit zu ziehen vermag, kann man naturgemäß, wenn meine Meinung richtig ist, auch nicht angeben, wo der weniger stark in die Länge wachsende Teil des Nebengekröses respektive der Nebengekrösfalte aufhört und wo der stärker wachsende beginnt. Würde dagegen, was ich jedoch nicht für wahrscheinlich halte, das Längenwachstum des Nebengekröses und der Nebengekrösfalte in allen ihren Teilen ein vollkommen gleichmäßiges sein, dann könnte man allerdings einen Querschnitt durch ein jüngeres Stadium auf einen bestimmten Querschnitt eines älteren Stadiums beziehen und aus den Differenzen, die sich in dem Verhalten des Grundes der Rinne an den beiden einander entsprechenden Schnitten ergeben, bestimmte Schlußfolgerungen ziehen. Unter den gegebenen Verhältnissen ist dies jedoch, wie ich glaube, nicht mit Sicherheit möglich. Eine Hauptschwierigkeit bei der Beurteilung der Verhältnisse älterer Embryonen gegenüber denen jüngerer besteht aber auch noch in der großen Variabilität der Ausbildung und des Sitzes der Falte bei gleichaltrigen Embryonen, so daß man nie mit voller Sicherheit die Verhältnisse eines älteren auf die eines jüngeren Embryos beziehen kann. Diese Schwierigkeiten machen es beinahe unmöglich, ein sicheres Urteil zu fällen.

Da mich die Untersuchung der von mir gebauten Modelle der Beantwortung dieser Frage nicht näher brachte, habe ich schließlich Schnittreihen aus einer größeren Zahl von Schnittserien durch verschieden alte Embryonen bei 150facher Vergrößerung gezeichnet und miteinander verglichen. Dabei zeigte sich, daß ich bei entsprechender Auswahl Reihen zusammenstellen konnte, die zu beweisen scheinen, daß eine Vertiefung des Grundes der von der rechten Nebengekrösfalte begrenzten Rinne im Fortschreiten des Entwicklungsprozesses nicht erfolgt. Drei derartige Schnittreihen habe ich in den nebenstehenden Fig. 11 bis 13 bei 100facher Vergrößerung abgebildet. Bei der Zusammenstellung dieser Schnittreihen wurde von der, wie ich oben angedeutet habe, wahrscheinlich unrichtigen Annahme ausgegangen, daß die rechte Nebengekrösfalte durch gleichmäßiges intersuszeptionelles Wachstum an Länge zunehme. Es wurde also die Distanz zwischen der dorsalen Pankreasanlage und dem Gipfel der rechten Peritonealbucht bei drei Embryonen mit einer Buchttiefe von 0·01, 0·07 und 0·18 *mm* gemessen und hierauf je ein Schnitt aus der Mitte der Falte, dann wieder je einer aus der Mitte der kranialen und kaudalen Hälfte und je einer aus der Mitte des kranialsten und kaudalsten Viertels der Falte gezeichnet. Ich hätte diesen drei Reihen leicht noch einige durch ältere Embryonen sowie solche durch Zwischenstadien hinzufügen können, doch genügen die drei Reihen wohl, um zu zeigen, worauf es ankommt.

Vergleicht man nun zum Beispiel die Fig. 11 *c*, 12 *c* und 13 *c* miteinander, so wird man zunächst den Eindruck erhalten, als hätte sich die Rinne zwischen der Nebengekrösfalte und dem Darme bei den Stadien der Fig. 12 und 13 gegenüber dem Stadium der Fig. 11 in dorsaler Richtung vertieft. Wenn man jedoch die Distanz zwischen dem ventralen Umfange der Aorta und dem dorsalen des Darmes und andrerseits die zwischen dem Faltenmunde der Nebengekrösfalte und dem ventralen Umfange der Aorta nachmißt, so wird man sofort erkennen, daß sich die letztere Distanz nicht vergrößert hat, während die erstere eine nicht unwesentliche Zunahme aufweist. Dies scheint mir bis zu einem gewissen Grade dafür zu

Fig. 11 *a—e*.



Querschnitte durch den Darm und die Anlage des rechten Nebengekröses eines *Emys*embryos.

Fig. 11 *a—e* von 1·13 *mm* Kopflänge. Fig. 12 *a—e* von 1·18 *mm* Kopflänge. Fig. 13 *a—e* von 1·44 *mm* Kopflänge. (Vergr. 100fach.

sprechen, daß sich das Darmrohr von der Aorta vorerst nicht infolge eines vermehrten Wachstumes des dorsalen Gekröses in dorsoventraler Richtung entfernt hat, sondern daß diese Entfernung auf eine Verschiebung des Darmrohres zwischen den es bekleidenden Splanchnopleuralamellen in ventraler Richtung zurückzuführen ist, was naturgemäß zur Folge haben muß, daß der Grund der Rinne seine Lagebeziehung zur dorsalen Wand des Darmes in dem Sinne ändern wird, daß man, wenn man nur auf diese Beziehung achtet, zu der Meinung kommen muß, es hätte sich der Grund der Rinne über die dorsale Darmwand allmählich in dorsaler Richtung vorgeschoben.[1]

[1] Nimmt man aber an, daß, was nach meiner Auffassung richtiger ist, die kaudalen zwei Drittel der Nebengekrösfalte intersuszeptionell sehr viel stärker wachsen als das kraniale Drittel und wählt darnach die Schnittbilder, welche man zusammenstellt, aus dann tritt an ihnen das, was an den oben abgebildeten Schnitten schon recht gut sichtbar ist, noch sehr viel deutlicher hervor.

Natürlicherweise könnten aber die an den drei Serien der Fig. 11 bis 13 erkennbaren Verhältnisse auch in der Weise gedeutet werden, daß man die Zunahme der Distanz zwischen Darmrohr und Aorta auf ein vermehrtes Wachstum des dorsalen Darmgekröses zurückführt, wobei man gleichzeitig annimmt, daß sich der Grund unserer Rinne, in dem gleichen Maße als das dorsale Gekröse an Ausdehnung zunimmt, dorsalwärts vorrückt. Welche von diesen beiden Deutungen richtig ist, vermag ich an dem mir vorliegenden Materiale nicht zu entscheiden. Übrigens will ich nicht verschweigen, daß ich auch Bilder von Schnittreihen zusammenstellen könnte, die auch unter der Voraussetzung, daß sich die Entfernung des Darmrohres von der Aorta in der zuerst angedeuteten Weise vollzieht, dafür sprechen würden, daß tatsächlich ein geringgradiges Vordringen des Grundes unserer Rinne in dorsaler Richtung erfolgt. Freilich stimmen, wie ich schon früher angedeutet habe, kaum je zwei gleichaltrige Embryonen rücksichtlich der Beziehungen der Nebengekrösfalte zum Darme und bezüglich der Entfernung des letzteren von der Aorta genau miteinander überein, und man ist deshalb niemals sicher, ob die bei einem älteren Embryo gefundenen Verhältnisse sich ganz genau von denen eines nächst jüngeren ableiten lassen. So bin ich also jedenfalls nicht in der Lage, mit Sicherheit zu entscheiden, ob ein aktives Zurückweichen des Grundes der von der rechten Nebengekrösfalte begrenzten Rinne erfolgt oder nicht. Nur das eine glaube ich sagen zu können, daß, wenn ein solches Zurückweichen wirklich stattfindet, es sicherlich nicht hochgradig sein kann.

Nachdem ich somit gezeigt habe, daß das rechte Nebengekröse in Form einer Splanchnopleurafalte auftritt, deren Entstehung wohl schwerlich durch Buchtbildung erklärt werden kann, und nachdem ich auseinandergesetzt habe, wie diese Falte die Bildung des rechten Nebengekröses und der von ihm seitlich begrenzten Peritonealbucht herbeiführt, indem sie höher werdend auf die dorsale Wand des Sinus venosus übergreift und indem sich später ihr ventraler Rand mit der dorsalen Fläche der Leber verbindet, will ich mich nun der Entstehungsgeschichte des linken Nebengekröses zuwenden.

Wie ich schon früher, p. 16, angegeben habe (vergl. Fig. 30 und 31), findet sich auch an der linken Seite der Anlage des ventralen Darmgekröses eine gegen dieses gerichtete leichte rinnenförmige Ausladung der Leibeshöhle, die ich Sulcus hepato-entericus sinister nennen will. Auch sie reicht nur bis in die unmittelbare Nachbarschaft der Gegend kranialwärts, in welcher sich das Darmrohr zum Schlunddarme zu verbreitern beginnt und verschwindet hier, indem sie rasch seichter wird, vollständig.

Verbreitert sich dann in der Folge das Darmrohr etwas, so vertieft sich auch die Rinne, und damit tritt deutlicher hervor, daß sie sich nur bis in die Querschnittshöhe erstreckt, in welcher rechterseits der Gipfel der von dem rechten Nebengekröse begrenzten Bucht gelegen ist und daß sie hier in ähnlicher Weise abschließt, wie ich dies bezüglich eines jüngeren Stadiums für den Sulcus hepato-entericus dexter gezeigt habe.

Ein Stadium, in dem dies bereits recht deutlich war, habe ich modelliert (vergl. Fig. 43) und man sieht an dem Modell, wie die Rinne kranialwärts ziemlich unvermittelt endigt, wobei sich an ihrem kranialen Ende von der Wand des Sinus venosus ausgehend ein niedriger Wulst schief in kranialer und dorsaler Richtung hinzieht, der im Splanchnopleuraüberzuge des Schlunddarmes verstreicht.

Dieser Wulst ist durch eine niedrige Falte der Splanchnopleura erzeugt und stellt die erste Anlage des linken Nebengekröses dar. Indem diese Falte in der Folge etwas höher wird, verläuft sie mehr im Bogen und erstreckt sich auch noch etwas weiter dorsal. Sie springt dabei aber auch kaudalwärts vor und begrenzt so (vergl. Fig. 44 auf Taf. IV) eine kurze, kaudalwärts offene Bucht, den sogenannten Recessus pneumato-entericus sinister Bromanns.

Während diese Bucht in dem vorliegenden Stadium nur erst eine Tiefe von 0·01 *mm* aufweist, hat die rechte Bucht eine solche von 0·16 *mm*. Dabei stehen die Gipfel der beiden Buchten annähernd in der gleichen Höhe. Die Anlage des linken Nebengekröses erfolgt also erst um beträchtliches später als die des rechten. Ich sehe sie zuerst bei dem Embryo, dessen Schlunddarmmodell in Fig. 1 auf Taf. I abgebildet ist, bei dem die vom rechten Nebengekröse begrenzte Bucht schon eine Tiefe von 0·08 *mm* hat und bei dem von einer Lungenanlage noch nichts zu sehen ist.

Bei dem Embryo, von dem das in Fig. 44 auf Taf. IV abgebildete Modell herrührt, verhält sich der Schlunddarm fast genau ebenso wie der in Fig. 2 auf Taf. I abgebildete. Der Grund der linken Peritonealbucht stößt bei ihm unmittelbar an das kaudale Ende der linken Schlunddarmausbuchtung an, aus welcher sich später der linke Lungensack entwickelt. Die linke Peritonealbucht ist also schon zu einer Zeit angelegt, in welcher noch keine eigentliche Lungenaussackung gebildet ist. Das linke Nebengekröse wächst nun auch, wenigstens eine kurze Zeit lang, relativ rasch kaudalwärts vor. Und zwar dauert diese erste Wachstumsperiode so lange, bis die von ihm begrenzte Bucht, so weit sie auf dem Querschnitte allseitig geschlossen ist, eine Tiefe von 0·04 bis 0·08 *mm* erlangt hat. Die Tiefe der Bucht variiert nämlich selbst bei sonst ganz gleichweit entwickelten Embryonen nicht unerheblich. Dies steht im Zusammenhange damit, daß der ventrale Teil des linken Nebengekröses, der, wie wir gesehen haben, auch sein ältester ist, gewöhnlich etwas stärker wächst als sein dorsaler, was auch zur Folge hat, daß die vom Nebengekröse begrenzte Bucht sich in einer bestimmten Entwicklungszeit (vergl. Fig. 41 auf Taf. IV) nicht nur kaudal-, sondern auch dorsalwärts öffnet. Die Tiefe des allseitig geschlossenen Teiles der Bucht hängt also zunächst vor allem von dem Wachstume des dorsalen Abschnittes des linken Nebengekröses ab. Hält dieses ziemlich gleichen Schritt mit dem des ventralen Teiles, so wird die Bucht tiefer, bleibt aber der dorsale Abschnitt des Nebengekröses im Wachstume zurück, so wird die Bucht weniger tief werden.

Die Verhältnisse, wie sie die Mündung der linken Bucht in dem in Fig. 41 auf Taf. IV abgebildeten Stadium zeigt, beziehen sich nun schon auf eine Zeit, in welcher der linke Lungensack bereits begonnen hat, in das linke Nebengekröse hineinzuwachsen. Es wird deshalb vielleicht zweckmäßig sein, wenn ich, bevor ich die weitere Entwicklung des linken Nebengekröses schildere, die Beziehungen klarzulegen versuche, die sich zwischen den kaudalwärts auswachsenden Lungensäcken und den Nebengekrösen herstellen. Vorher möchte ich aber betonen, daß die linke Peritonealbucht genau in derselben Höhe angelegt wird, in der auf der anderen Seite der Gipfel der rechten Bucht gelegen ist und daß in der Folge die Gipfel beider Buchten stets auf gleicher Höhe bleiben. Wenn also, wie ich gezeigt zu haben glaube, ein Vordringen des Gipfels der rechten Bucht nicht erfolgt, so kann ein solches auch bei dem der linken Bucht nicht zu stande kommen, ganz abgesehen davon, daß die Entstehung der linken Lungenausbuchtung ein solches Vordringen verhindern würde.

Schon in dem Stadium, dessen Schlunddarmmodell in Fig. 2 auf Taf. I abgebildet wurde, schließen die Gipfel der beiden Peritonealbuchten unmittelbar kaudalwärts an jene Ausladungen des Schlunddarmes an, die als erste Anlagen der Lungen gedeutet wurden. Und eine gleiche nachbarliche Beziehung läßt sich auch für Embryonen erweisen, bei denen die Lungenanlagen die in Fig. 3 auf Taf. I wiedergegebene Gestalt zeigen.

Auch bei solchen Embryonen schließen die Gipfel der beiden Buchten unmittelbar an die Lungenaussackungen an. Das heißt, man sieht an Querschnittserien von 0·01 *mm* Schnittdicke auf einen Schnitt an dem die kaudale Wand der Lungenausbuchtung getroffen ist, als nächsten oder zweitnächsten einen folgen, der bereits die Wand des Gipfels der Peritonealbuchten trifft.

Recht klar läßt sich diese nachbarliche Beziehung aber auch für den Gipfel der rechten Bucht an medianen Sagittalschnitten demonstrieren. Diese Bucht überschreitet nämlich, wie dies an Querschnitten recht gut zu sehen ist, die Mittelebene und wird daher durch Medianschnitte noch in ihrem Gipfelteile getroffen, wenn sie vielleicht auch lateralwärts von der Medianebene noch um ein geringes weiter kranial reicht, wie genau in der Mitte.

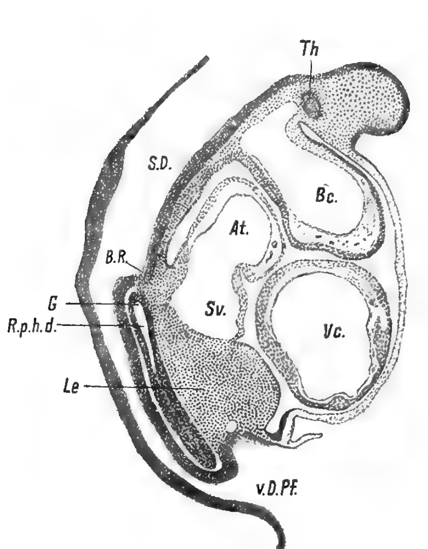
Fig. 45 auf Taf. IV zeigt einen annähernd genau median geführten Schnitt durch den Schlunddarm und die angrenzenden, in Betracht kommenden Organe eines *Emys*-Embryos von 1·0 *mm* Kopflänge, bei dem die rechte Peritonealbucht eben in Bildung begriffen war und vielleicht eine Tiefe von 0·01 bis 0·02 *mm* besaß. Dem Gipfel der Bucht würde der in der Figur mit *G* bezeichnete Punkt entsprechen. Die auf dem Schnitte sichtbare, zwischen ventraler Darmwand einer- und Sinus venosus und Leberanlage andrerseits eingeschobene Mesodermmasse, die in ihrem kranialen Abschnitte einen Hohlraum umschließt, ist also nur in ihrem kranialsten Teile die Wand des Recessus pulmo-hepaticus dexter. Weiter kaudal

handelt es sich um die Wand des Sulcus hepato-entericus dexter, die dort, wo auf dem Schnitte kein Lumen mehr zu sehen ist, in ihrem das ventrale Gekröse bildenden Teile flächenhaft angeschnitten wurde.

Fig. 46 auf Taf. IV zeigt weiter einen medianen Sagittalschnitt durch einen Embryo von 1·10 *mm* Kopflänge, der, wie ein Vergleich dieser Figur mit Fig. 45 zeigt, in der Entwicklung wesentlich weiter fortgeschritten war, was besonders auch aus der Massenzunahme der Leber zu erkennen ist. An der Stellung des Gipfels der Bucht hat sich jedoch, wie aus einem Vergleiche der beiden Figuren aufs klarste hervorgeht, nichts geändert. Bemerkenswert ist, daß bei diesem Embryo die Schlunddarmwand dort, wo sie der Wand des Sinus venosus anliegt, eine ventrale Ausbuchtung zeigt, die man, wenn der Embryo älter wäre, für den Durchschnitt der Bifurkationsrinne halten könnte. Diese ventrale Ausbuchtung ist aber höchstwahrscheinlich ein zufälliger Befund und vielleicht erst bei der Konservierung entstanden. Jedenfalls finde ich sie bei wieder etwas älteren Embryonen, wie die in Fig. 1 und 2 auf Taf. I abgebildeten Modelle zeigen, nicht wieder vor.

In untenstehender Textfig. 14 endlich habe ich einen aus drei aufeinanderfolgenden Sagittalschnitten durch einen Embryo von 1·70 *mm* Kopflänge kombinierten Medianschnitt abgebildet, der mit aller

Fig. 14.



Aus drei aufeinanderfolgenden Schnitten kombinierter medianer Sagittalschnitt durch das Herz und die angrenzenden Organe eines *Emys*embryos von 1·6 *mm* Kopflänge.

(Vergr. 50fach.)

Buchstabenerklärung.

Th. = mittlere Schilddrüsenanlage. *At.* = Atrium cordis. *B. R.* = Bifurkationsrinne.
B. c. = Bulbus cordis. *V. c.* = Ventriculus cordis. *G.* = Gipfel des Recessus plumo-hepaticus.
S. D. = Schlunddarm. *S. v.* = Sinus venosus. *R. p. h. d.* = Recessus pulmo-hepaticus dexter.
Le = Leberanlage. *v. D. Pf.* = vordere Darmpforte.

wünschenswerten Klarheit im Vergleiche mit den Fig. 45 und 46 zeigt, daß sich an der Stellung des Gipfels der Bucht in der Zwischenzeit nicht viel geändert haben kann, obwohl dieser Embryo in der Entwicklung sehr viel weiter vorgeschritten ist als der, von dem die Fig. 46 herrührt. Seine Lungenanlage zeigt denn auch ganz ähnliche Verhältnisse, wie die in Fig. 4 auf Taf. I abgebildete, ja sie ist vielleicht sogar um ein weniges weiter entwickelt wie diese. Jedenfalls ist also schon eine deutliche Bifurkationsrinne zu sehen (B. R.) und zu erkennen, daß der Gipfel der rechten Peritonealbucht an die Wand dieser Rinne unmittelbar anschließt.

Nur insofern hat sich im Gebiete unmittelbar kranial von dem Gipfel der Bucht eine wesentliche Veränderung vollzogen, als die Wand des Sinus venosus der Darmwand nicht mehr unmittelbar anliegt.

Dieses Verhalten ist darauf zurückzuführen, daß bei der Bildung des sich unter dem Coelomepithele ausbreitenden Zellgewebslagers die Wand des Sinus venosus durch die sich hier ansammelnden Zellmassen (vergl. Textfig. 5) von der Wand des Schlunddarmes ventralwärts abgedrängt wird.

Wenn nun in der Folge die beiden Lungenausbuchtungen, die ebenfalls unmittelbar kranial an die Gipfel der beiden Peritonealbuchten anstoßen, in kaudaler Richtung auswachsen, so dringen sie in die Nebengekröse ein und wachsen in ihnen in kaudaler Richtung weiter. Dabei beginnt sich das embryonale Bindegewebe in ihrer Umgebung zu vermehren, weshalb dann in späteren Entwicklungsstadien der die Lungensäcke beherbergende Teil der Nebengekröse etwas stärker in die Leibeshöhle hinein prominiert (vergl. Fig. 40 und 41 auf Taf. IV), als dies nach dem relativ kleinen Kaliber der Lungensäcke vorauszusehen wäre.

Aus demselben Grunde erstreckt sich aber die Lungenprominenz etwas weiter kaudalwärts als der betreffende Lungensack, denn die ihn einhüllende Bindegewebsmasse ragt um ein Geringes über sein kaudales Ende in das Nebengekröse hinein vor.

Die Behauptung Bromanns, daß der von ihm so genannte Recessus pneumato-entericus dexter als eine Ausbuchtung des sogenannten Recessus hepato-mesenterico-entericus sekundär entstehe (vergl. Bromann, p. 469), ist, wenn wir uns zunächst auf die Verhältnisse bei *Emys* beschränken, sicherlich nicht haltbar und es stimmt sicherlich ebensowenig mit den Tatsachen überein, wenn Bromann sagt, daß der sogenannte Recessus pneumato-entericus sinister (vergl. Bromann, p. 469) kranialwärts vordringt und die linke Lunge vom Darme isoliert. Denn das kann ich mit voller Sicherheit an der Hand meiner Serien nachweisen, daß die linke Peritonealbucht schon da ist, bevor der linke Lungenblindsack gebildet wurde und daß der linke Lungensack, sobald er einmal kaudalwärts auszuwachsen beginnt, mit seinem kaudalwärts gerichteten Abschnitte in die laterale Wand der linken Peritonealbucht, daß heißt in das linke Nebengekröse hinein vordringt. Es buchtet sich also der linke Recessus jedenfalls nicht sekundär zwischen Lunge und Darmwand vor, die erstere von der letzteren isolierend, und schon aus diesem sowie aus den p. 24 angeführten Gründen erscheint es mir in hohem Grade unwahrscheinlich, daß die erste Entstehung der linken Peritonealbucht durch eine Einstülpung entstanden sei. Stehen einem allerdings für das Studium der Verhältnisse nur einige wenige in Querschnittserien zerlegte Embryonen zur Verfügung, so gebe ich gerne zu, daß man auf die Idee Bromanns, daß es sich um einen Einstülpungsvorgang handeln könne, kommen kann.

Es läßt sich jedoch aus den Angaben, welche Bromann über seine bei Reptilienembryonen erhobenen Befunde gemacht hat, leicht der Nachweis erbringen, daß er mindestens mit Rücksicht auf diese Befunde allein, für die Reptilien nicht hätte die Schlußfolgerungen ziehen dürfen, die er tatsächlich gezogen hat. Ich will jedoch hier zunächst nur auf die die Schildkröten betreffenden Angaben Bromanns und die von ihm aus ihnen gezogenen Schlußfolgerungen, soweit sie die uns interessierenden Fragen betreffen, näher eingehen.

Bromann hat von *Emys* im ganzen neun Embryonen untersucht, von denen jedoch hier nur zwei in Betracht kommen können. Er sagt über diese beiden folgendes:

»*Emys*-Embryo 1 (6 *mm* lang, gerade). Die Trachea und Lungenanlagen sind noch nicht zu erkennen. Die Recessus pneumato-enterici sind nicht gebildet. Dagegen existiert schon ein stark entwickelter Recessus hepato-mesenterico-entericus. Dieser Recessus, welcher eine Länge von 0·94 *mm* hat, bildet kranialwärts eine 0·42 *mm* [1] lange, blind endigende Tasche, die eine im Querschnitte fast frontale Spalte zwischen dem Vorderdarme und der Leber darstellt. Diese am Querschnitte allseitig geschlossene Spalte setzt sich kaudalwärts in eine an der rechten Seite des Mesenteriums sich öffnende, 0·52 *mm* lange Rezeßpartie fort, welche (im Querschnitte sichelförmig) die ventrale und die rechte Seite der Vorderdarmes begrenzt.»

---

[1] Diese Zahlen können unmöglich richtig sein, denn bei Embryonen, deren rechter Rezessus eine Tiefe von 0·42 *mm* hat, ragen die Lungensäcke schon weit in die Nebengekröse hinein vor.

»Der größere Teil des Recessus hepato-mesenterico-entericus wird von der Leber begrenzt und ist also mit dem Namen Recessus hepato-entericus zu bezeichnen. Nur eine relativ kleine, kaudale Partie wird von einer vom dorsalen Mesenterium stammenden Falte, der Plica mesogastrica begrenzt. Dieser Rezeßpartie können wir den Namen Recessus mesenterico-entericus geben. Der zwischen dem rechten Leberlappen und der Plica mesogastrica gelegene longitudinelle Hiatus recessus hepato-mesenterico-enterici hat eine Länge von 0·52 *mm.*»

»*Emys*-Embryo 2 (4·5 *mm* lang, gebogen). Die erste Andeutung der entodermalen Lungenanlage ist als eine einfache Knospe [1] zu erkennen. Die Recessus pneumato-enterici sind noch nicht gebildet.«

Der dritte *Emys*-Embryo, dessen Verhältnisse Bromann beschreibt, ist in der Entwicklung schon viel zu weit vorgeschritten, als daß er etwa für die Beurteilung der Bildung der Recessus pneumato-enterici verwertet werden könnte, denn seine beiden Lungensäcke hatten schon eine recht erhebliche Länge (der rechte 0·5 und der linke 0·3 *mm,* von der Bifurkationsstelle der Trachea aus gemessen).

Von *Chrysemys*-Embryonen standen Bromann fünf Serien zur Verfügung, von denen aber hier auch wieder nur zwei in Betracht gezogen werden können. Bromann sagt über dieselben folgendes:

»Embryo von *Chrysemys picta* 1 (3·5 *mm* St. Sch. L.). Die Lungen sind noch nicht angelegt, ebensowenig die Recessus pneumato-enterici. Dagegen ist eine kleine Leberanlage schon vorhanden. An der rechten Seite des Mesenteriums findet sich ein Recessus hepato-mesenterico-entericus, dessen kraniales Ende (24 μ) auf dem Querschnitte allseitig geschlossen ist. Diese kranialwärts blind endigende kurze Tasche setzt sich kaudalwärts in einen ventralen Recessus hepato-entericus und einen dorsalen Recessus mesenterico-entericus fort, welche sich lateralwärts durch einen gemeinsamen Hiatus in das Coelom öffnen. Die ventrale Begrenzung des Recessus hepato-mesenterico-entericus wird von der Leber und dem Sinus venosus, die dorsale Begrenzung der beiden vereinigten Rezesse von einer Plica mesogastrica gebildet. Diese Falte hat eine Länge von etwa 216 μ. Kranialwärts ist sie relativ hoch und geht von der Stelle aus, wo das dorsale Mesenterium sich mit dem mesodermalen Vorderdarme verbindet; kaudalwärts wird sie allmählich niedriger und mehr dorsal und verstreicht an der rechten Seite des dorsalen Mesenteriums. Mit ihr hört auch der Recessus mesenterico-entericus auf. Der Recessus hepato-entericus ist kürzer; seine kaudale Grenze ist an der Stelle zu setzen, wo die Leberanlage kaudalwärts aufhört.«

»Embryo 2 von *Chrysemys picta* (4·5 *mm* Sch. St. L.). Die Lungen sind angelegt, die rechte entodermale Lungenanlage streckt sich von der Bifurkationsstelle aus gerechnet kaudalwärts 192 μ die linke entodermale Lungenanlage reicht noch länger (240 μ) kaudalwärts. Die Leber hat sich seit dem vorigen Stadium stark weiter entwickelt. Hiebei ist sie mit dem größten Teile der im vorigen Stadium freien Plica mesogastrica in Verbindung getreten, wodurch der auf dem Querschnitte allseitig geschlossene Teil des Recessus hepato-mesenterico-entericus kaudalwärts verlängert worden ist. Der Hiatus dieses Rezesses ist in entsprechendem Maße kleiner geworden; er hat jetzt nur eine Länge von 72 μ (gegen 216 μ im vorigen Stadium). Die Verlängerung des auf dem Querschnitte allseitig geschlossenen Rezeßteiles ist indessen so beträchtlich (dieser Rezeßteil hat jetzt eine Länge von 324 μ, gegen 24 μ beim vorigen Stadium), so daß die in kraniokaudaler Richtung stattgefundene Verbindung zwischen dem rechten Leberlappen und der Plica mesogastrica nicht genügt, um sie zu erklären. Wahrscheinlich sind hier noch zwei Faktoren wirksam gewesen: 1. Die die Wände der schon im vorigen Stadium auf dem Querschnitte allseitig geschlossenen Rezeßpartie bildenden Organe sind wahrscheinlich in kraniokaudaler Richtung in die Länge gewachsen; und 2. das kraniale Ende des Recessus hepato-mesenterico-entericus hat sich wahrscheinlich kranialwärts aktiv verlängert, um die rechte Lunge vom Vorderdarme partiell zu trennen. Die rechte Lungenanlage wird nämlich in einer Ausstreckung von 96 μ von dem kranialen Ende der rechtsseitigen Mesenterialrezesse begrenzt. Diese kraniale, die rechte Lunge vom Vorderdarme trennende Partie der rechtsseitigen Mesenterialrezesse betrachte ich als einen besonderen Rezeß, welcher mit dem Namen

---

[1] Was Bromann damit sagen will, ist mir leider nicht klar geworden und ich bedaure, daß er gerade die Verhältnisse dieses Embryos nicht genauer beschrieben hat.

Recessus pneumato-entericus dexter zu bezeichnen ist. Die Totallänge der rechtsseitigen Mesenterialrezesse beträgt etwa 380 μ«.

»An der linken Seite des Mesenterium sind keine Rezesse zu sehen, welche dem Recessus mesenterico-entericus oder dem Recessus hepato-entericus analog sind. Dagegen gibt es einen Recessus pneumato-entericus sinister. Dieser Rezeß hat in kraniokaudaler Richtung eine Ausdehnung von 156 μ und trennt die ventrokaudale Partie der linken Lunge vom Vorderdarm. Auf dem Querschnitt ist er nicht allseitig geschlossen, sondern öffnet sich ventralwärts in das Coelom. Die Bildung dieses Rezesses gibt also nicht zur Entstehung zweier Lungenligamente, sondern zur Entstehung eines Ligamentum pulmonale dorsale Anlaß.«

Bromann hat also im Ganzen vier Schildkrötenembryonen untersuchen können, die für die zu beantwortenden Fragen in Betracht kommen. Und unter diesen ist auch noch einer (Emysembryo 2) dessen Verhältnisse nicht näher gewürdigt sind. Hören wir nun was Bromann nach der Untersuchung dieser Embryonen über die Bildung der uns interessierenden Peritonealbuchten sagt (p. 468 bis 469). »Es ergibt sich also, daß bei den Schildkröten die unpaaren, rechtsseitigen Mesenterialrezesse, der Recessus hepato-entericus und der Recessus mesenterico-entericus zuerst auftreten, und zwar etwa gleichzeitig mit der ersten Leberanlage oder kurz nachdem diese zu erkennen ist. Durch einen großen, gemeinsamen Hiatus öffnen sich diese Rezesse nach rechts in das Coelom. Die dorsale Begrenzung des Hiatus wird von einer Plica mesogastrica, die ventrale von dem rechten Leberlappen gebildet. Kranialwärts bilden diese beiden Rezesse eine auf dem Querschnitte allseitig geschlossene frontal oder schief gestellte Tasche, welche kranialwärts blind endigt.«

Gegen die in diesem Absatze enthaltenen Angaben läßt sich, insofern sie nur eine Wiederholung der bei der Beschreibung gebrachten Tatsachen bringen, nichts einwenden. Nur möchte ich hervorheben, daß Bromann über die erste Entwicklung der von dem rechten Nebengekröse begrenzten Buchten überhaupt keine Tatsachen mitgeteilt hat. Es heißt aber dann weiter: »In einem etwas späteren Stadium werden die Lungen angelegt. Unmittelbar nachher treten die paarigen Recessus pneumato-enterici auf welche die kaudalen Lungenpartien vom Vorderdarme trennen.« Da muß man nun allerdings fragen, wie Bromann dazukam, diese Behauptung aufzustellen. Die mitgeteilten Tatsachen berechtigten ihn gewiß nicht dazu, denn er hat nirgends einen Schildkrötenembryo beschrieben, bei dem zwar schon die Anlagen von Lungensäcken, aber noch keine Recessus pneumato-enterici vorhanden waren. Und wenn er dann weiter sagt: »Der Recessus pneumato-entericus dexter bildet sich als eine kraniale Verlängerung des Recessus hepato-mesenterico-entericus aus und ist darum von diesem nie scharf abgrenzbar«, — so ist dies auch wieder eine Behauptung, deren Richtigkeit zu beweisen er unterlassen hat. Wenige Seiten vorher hält er es ja auch nur erst für wahrscheinlich, daß der Recessus pneumato-entericus dexter durch eine kraniale Verlängerung des Recessus hepato-mesenterico-entericus gebildet worden sei.

Bezüglich des Recessus pneumato-entericus sinister heißt es bei Bromann: »Der Recessus pneumato-entericus sinister geht dagegen direkt von der großen Körperhöhle aus und seine Eingangsöffnung wird von dem ventrokaudalen Rande der linken Lunge gebildet.« Auch gegen diesen Satz ließe sich nichts einwenden, wenn es dann nicht auf p. 523 für die Reptilien im allgemeinen hieße: »Der Recessus pneumato-entericus sinister bildet sich immer als eine Einstülpung von der großen Körperhöhle aus.« Denn aus diesem Satze geht doch hervor, daß Bromann auch für die Schildkröten eine solche Entstehung annimmt, eine Annahme, die jedenfalls nicht durch an Schildkrötenembryonen ermittelte Tatsachen gestützt wird. Übrigens konnte sich Bromann dem Eindrucke nicht verschließen, daß die nach seiner Meinung durch die Bildung des Recessus pneumato-entericus bedingte Verlängerung der vom rechten Nebengekröse begrenzten Peritonealbucht, neben dem Wachstum der sie sonst begrenzenden Organe, nicht genügt um die bedeutende Länge der Bucht bei älteren Embryonen und die Verengerung ihrer Kommunikationsöffnung mit der Peritonealhöhle zu erklären und so kam er zu dem wie ich zeigen konnte richtigen Schlusse, daß sich die Plica mesogastrica in kraniokaudaler Richtung mit der Leber verbinde. Außerdem zwangen ihn die Beobachtungen an seinem *Chrysemy*embryo 3, ein kaudalwärts Vor-

wachsen der entodermalen Lungenanlage in die laterale Wand des »ursprünglichen Recessus mesenterico-entericus« für ein späteres Stadium anzunehmen, eine Annahme, die zweifellos richtig war.

Bromann hat nun die vom rechten Nebengkröse begrenzte Bucht früher Entwicklungsstadien als Recessus hepato-mesenterico-entericus bezeichnet und mit diesem Namen die Beziehungen ausgedrückt, welche diese Bucht vor dem Entstehen der Lungen erkennen läßt. Insofern wäre also gegen diesen Namen nichts einzuwenden. Nun konnte ich aber zeigen, daß die rechte Lungenanlage, sobald sie kaudalwärts auszuwachsen beginnt, in das die laterale Begrenzung der Bucht bildende rechte Nebengekröse eindringt und von dem Augenblihke an, wo dies geschieht, wird auch der der Bucht gegebene Name unzutreffend und er wird es immer mehr, je weiter sich die Lunge entwickelt. Bromann freilich war der Meinung, daß der an die Lunge grenzende Abschnitt der Bucht mindestens zum Teile sekundären Ursprunges sei und hat die seiner Meinung nach sekundär entstandene Ausladung der primär gebildeten Bucht als Recessus pneumato-entericus dexter bezeichnet. Aber diese Meinung Bromanns ist nach den von mir gemachten Beobachtungen sicher unrichtig. Gerade der älteste, zuerst gebildete Teil der Bucht ist es, der später an der medialen Seite der rechten Lunge gefunden wird. Und aus diesem Grunde vermag ich auch die Nomenklatur Bromanns nicht zu akzeptieren.

Aber auch für einige andere von mir untersuchte Reptilienformen hat ein Teil von Bromanns Behauptungen sicher keine Geltung. Ich kann dies mindestens für *Lacerta* und *Anguis* ziemlich bestimmt nachweisen.

Was *Lacerta agilis* anbelangt, so war das untersuchte Embryonenmaterial allerdings nicht so reichhaltig wie das von *Emys*. Immerhin war die Zahl der untersuchten Embryonen keine kleine. Aber es waren hauptsächlich solche Embryonen, bei denen die vom rechten Nebengekröse begrenzte Peritonealbucht bereits vorhanden war. Bei fünf untersuchten Embryonen hatte die Bucht eine Tiefe von 0·01, bei dreien 0·02, bei je einem 0·03, 0·04 und 0·06 *mm*. Bei zweien betrug ihre Tiefe 0·05 und bei dreien 0·07 *mm*. Außerdem standen mir auch noch eine größere Zahl von Serien durch ältere Embryonen zur Verfügung Embryonen, bei denen noch keine rechte Peritonealbucht gebildet, aber die Nebengekrösfalte doch schon angelegt war, habe ich zwei untersucht, von diesen erwies sich aber einer, weil die Schnittrichtung nicht entsprach, als unverwendbar zum Vergleiche mit den anderen und so blieb nur ein Embryo dieses Stadiums übrig.

Bei ihm zeigte der Schlunddarm in der Gegend der späteren Lungenanlage auf dem Querschnitte schon die typische Dreiecksform. Die Sulci hepato-enterici waren bereits gebildet, der rechte etwas tiefer als der linke. Sie endigten kranial in ähnlicher Weise wie bei jungen *Emys*embryonen genau dort, wo der Lungendarm sich rasch verjüngend in den Vorderdarm übergeht. Die rechte Nebengekrösfalte präsentierte sich als ein ganz leichter kaum wahrnehmbarer wulstförmiger Vorsprung der Splanchnopleura der rechten Darmwand, der am kranialen Ende des Sulcus hepato-entericus dexter endigte. Kaudalwärts ließ sich dieser Wulst auf eine kurze Strecke weit von dieser Stelle aus verfolgen, dann wurde er so flach, daß man ihn kaum mehr wahrnehmen konnte, um schließlich beim Übergange auf das dorsale Darmgekröse wieder deutlicher hervorzutreten. Ich konnte ihn bis in die Nachbarschaft der Anlage des dorsalen Pankreas kaudalwärts verfolgen. Hätte ich nicht die Bilder der Faltenanlage von *Emys* gekannt und wären mir nicht nur um weniges ältere Embryonen von *Lacerta* zum Vergleiche zur Verfügung gestanden, so hätte ich der leichten faltenförmigen Erhebung der Splanchnopleura der rechten Darmwand dieses Stadiums kaum Beachtung geschenkt.

Daß die als Anlage des rechten Nebengekröses zu betrachtende Splanchnopleurafalte nicht einer Buchtbildung ihre Entstehung verdanken könne, war schon nach der Untersuchung dieses Embryos ziemlich bestimmt zu sagen. Dasselbe lehren aber auch etwas ältere Embryonen. In Fig. 18 *a, b* und *c* auf Tafel 2 habe ich drei Schnitte durch die Gegend der rechten Nebengekrösfalte eines Embryos mit 30 Urwirbeln abgebildet, bei welchem diese Falte kranial schon eine 0·01 *mm* tiefe auf dem Querschnitte allseitig geschlossene Bucht begrenzte. Der Schnitt der Fig. 18 *a* trifft gerade die Bucht und den Übergang des Lungendarmes in den Vorderdarm. Man erkennt auch deutlich den Durchschnitt der Nebengekrösfalte

die ventral mit dem Splanchnopleraüberzuge der dorsalen Wand des Sinus venosus in Verbindung steht. Fig. 18 *b* zeigt einen Schnitt, der 0·05 *mm* weiter kaudal geführt ist und die Nebengekrösfalte in ihrem höchsten Teile trifft. Auch bei Betrachtung dieses Schnittbildes wird man schwerlich auf die Idee verfallen, daß die rechte Nebengekrösfalte einem Einstülpungsprozesse an der Splanchnopleura ihre Entstehung verdanken kann. Fig. 18 *c* endlich betrifft einen Schnitt, welcher den kranialsten Teil der Leberanlage tangiert und die Nebengekrösfalte dort trifft, wo sie am dorsalen Gekröse dorsalwärts ausläuft. Der Schnitt liegt 0·15 *mm* kaudal von dem Schnitte der Fig. 18 *b*.

Die Fig. 19 bis 22 zeigen Schnitte durch einen Embryo mit 38 Urwirbeln, dessen rechte Peritonealbucht eine Tiefe von 0·04 *mm* hatte. Die Fig. 19 und 20 zeigen die Bucht auf dem Querschnitte und es ist bei einem Vergleiche dieser Figuren mit den Fig. 18 *a* und *b* auf Taf. II kaum zweifelhaft, daß die Vergrößerung der Bucht in kaudaler Richtung dadurch erfolgt, daß sich die Kuppe der Nebengekrösfalte allmählich in kraniokaudaler Richtung mit dem Splanchnopleuraüberzuge der dorsalen Wand des Sinus venosus verbindet. Im Schnitte der Fig. 19, der 0·01 *mm* kaudal vom Gipfel der Bucht geführt ist, erscheint der Darm noch wesentlich weiter, als in dem 0·02 *mm* weiter kaudal geführten Schnitte der Fig. 20. Es ist eben hier der Übergang des Lungendarmes in den Vorderdarm durchschnitten. Auch bei diesem Embryo schließt nämlich die Wand des Gipfels der Bucht unmittelbar an das kaudale Ende des Lungendarmes an, der aber bereits typisch seitlich gerichtete Lungenausbuchtungen zeigt. In dieser Beziehung sind also die Embryonen von *Lacerta* recht günstig, weil man an ihnen sehen kann, daß von dem Augenblicke an, in welchem die erste Anlage der rechten Peritonealbucht besteht, die Wand des Gipfels dieser Bucht an das kaudale Ende des noch dreikantigen Lungendarmes anschließt und es daher ganz ausgeschlossen erscheint, daß sich diese Bucht durch ein aktives Vorwachsen in kranialer Richtung vergrößern könnte.

Auffallend erscheint an dem Schnitte der Fig. 19 im Vergleiche mit dem der Fig. 18 *a*, daß an ihm die linke Splanchnopleura im ventralen Abschnitte der linken Darmwand von dieser und noch weiter ventral von der Splanchnopleura der rechten Peritonealbucht abgehoben erscheint und der so entstandene Zwischenraum einzelne embryonale Bindegewebszellen enthält. Die Erklärung für diese Erscheinung bietet der Schnitt der Fig. 20, an dem linkerseits die von der Anlage des linken Nebengekröses begrenzte Peritonealbucht getroffen erscheint. Diese Bucht ist noch sehr seicht und öffnet sich infolge dessen hauptsächlich lateralwärts. Ihre Begrenzung bildet, außer dem ventralen Gekröse und der Splanchnopleura des ventralen Abschnittes der linken Darmwand, die Nebengekrösfalte, welche am kranialen Ende des Sulcus hepato-entericus sinister von der seitlichen Darmwand gegen den Grund des Sulcus hepato-entericus herabzieht, um in demselben auszulaufen (v. A. Fig. 20). In der Höhe des Schnittes der Fig. 20 ist die linke Nebengekrösfalte am höchsten, um kaudal- und dorsalwärts (vergl. Fig. 21) gegen das dorsale Gekröse auszulaufen. Da die Schnitte der Fig. 19, 20 und 21 etwas schief geführt sind, scheint die linke Buch weiter kaudal zu liegen als der Gipfel der rechten Bucht, was in Wirklichkeit nicht der Fall sein dürfte Es ist jedoch sehr schwer zu entscheiden, ob nicht doch eine ganz kleine Höhendifferenz bezüglich der Lage der Gipfel der beiden Buchten besteht, weil die Embryonen der hier in Betracht kommenden Stadien in der Gegend der beiden Buchten immer etwas nach der rechten Seite hin gebogen sind und man infolge dessen gewöhnlich Schiefschnitte erhält, an denen der Gipfel der linken Bucht später getroffen wird, wie der der rechten. Man kann aber an den Schnitten, die den Lungendarm noch treffen, leicht feststellen, daß die Schnitte schief gehen. Und auch der Schnitt der Fig. 19 läßt dies noch erkennen, indem an ihm der Durchschnitt durch den Darm etwas schief nach links ventral ausladet und hier die Darmwand, weil schief durchschnitten, etwas dicker erscheint.

Die erste Anlage der linken Nebengekrösfalte sehe ich bei Embryonen, deren rechte Peritonealbucht eine Tiefe von 0·02 *mm* hat. Sie erscheint hier als ein ganz niedriger Splanchnopleurawulst, der das kraniale Ende des Sulcus hepato-entericus sinister umgreift und in dorsokaudaler Richtung an der linken Darmwand auslaufend, gewöhnlich nur über 2 bis 4 Schnitte verfolgt werden kann. Indem in der Folge die diesen Wulst bildende Splanchnopleurafalte in ihrem ventro-dorsal verlaufenden Teile seitlich stärker

vortritt, hebt sich ihre kraniale Lamelle von der Darmwand etwas ab, während die Splanchnopleura des Grundes der von der Falte begrenzten Nische der Darmwand anliegend bleibt. Diese Verhältnisse zeigen auch die Fig. 19 und 20 auf Taf. II ziemlich gut. Untersucht man nun den dem Schnitte der Fig. 19 vorhergehenden Schnitt, so trifft man an ihm bereits die Wand der linken Lungenausbuchtung angeschnitten, während auf dem dem Schnitte der Fig. 19 folgenden Schnitte die Wand der linken Peritonealbucht bereits getroffen ist. Es stößt also die Wand der linken Bucht beinahe unmittelbar an die linke Lungenausbuchtung an und ein ähnliches Verhalten ist auch bezüglich des Gipfels der rechten Bucht nachzuweisen. Wenn also eine Differenz in der Lage der Gipfel der beiden Buchten besteht, so kann sie in diesem Stadium höchstens 0·005 *mm* in dem Sinne betragen, daß die rechte Bucht etwas weiter kranial reicht als die linke. Nun öffnet sich aber bei dem Embryo der Fig. 19 bis 22 die linke Bucht noch rein lateralwärts und trotzdem grenzt ihre kraniale Wand schon an die noch seitlich gerichtete linke Lungenausbuchtung an. Man wird aus diesem Befunde, wie ich glaube, wohl kaum einen anderen Schluß ziehen können als den, daß die Bucht, wenn sie sich vergrößert, nicht durch Einstülpung in kranialer Richtung vergrößert werden kann, sondern lediglich durch ein Höherwerden der linken Nebengekrösfalte, wofür denn auch die Bilder sprechen, die mir die Schnittserien durch ältere Embryonen darbieten.

Fig. 21 und 22 zeigen dann weiter kaudal gelegene Schnitte durch denselben Embryo, von denen der der Fig. 21, was die Höhe, in der er geführt ist, anlangt, etwa dem der Fig. 18 *b* entsprechen dürfte. Auffallend erscheint bei der Betrachtung der Fig. 22 die bedeutende Höhenzunahme der rechten Nebengekrösfalte in ihrem dem dorsalen Gekröse aufsitzenden Abschnitte. Aber auch jetzt reicht die Falte noch immer nur bis zur Gegend des dorsalen Pankreas, in dessen unmittelbarer Nachbarschaft sie rasch niedriger wird und verstreicht.

Über das Wachstum der rechten Nebengekrösfalte ist dasselbe zu sagen, was bei der Beschreibung der Verhältnisse von *Emys*embryonen gesagt wurde. Sie wird vor allem sehr rasch höher und ihr ventraler Rand legt sich der dorsalen Wand des Sinus venosus und später noch weiter kaudal der dorsalen Fläche der Leber an, um mit diesen Organen zu verwachsen. Wenigstens deuten die Bilder, die ich von *Lacerta*embryonen erhalten habe, darauf hin, daß eine solche Verwachsung tatsächlich erfolgt. Gleichzeitig nimmt aber die rechte Nebengekrösfalte, respektive das rechte Nebengekröse, soweit ein solches schon gebildet ist, parallel mit dem Wachstume der benachbarten Organe durch intersuszeptionelles Wachstum in kraniokaudaler Richtung an Länge zu. Aber dieses Wachstum ist, soweit ich dies zu beurteilen vermag, höchstwahrscheinlich eben so wenig ein in allen Teilen der Falte gleichmäßiges, wie bei *Emys*embryonen. Auch bei *Lacerta* dürften die kranialen Teile der Falte, respektive des schon gebildeten Nebengekröses anfänglich nur sehr wenig in die Länge wachsen, während die weiter kaudal gelegenen Partien der Falte sich stärker in die Länge dehnen.

Natürlich ergeben sich bezüglich der Beantwortung der Frage, ob die zwischen der Nebengekrösfalte und dem Darme, respektive dem dorsalen Gekröse befindliche Rinne sich aktiv vertieft, ähnliche Schwierigkeiten wie bei *Emys*. Nur liegen bei *Lacerta*embryonen insofern etwas günstigere Verhältnisse vor, als hier in der in Betracht kommenden Strecke das Darmrohr ein sehr viel kleineres Kaliber aufweist wie bei den Embryonen von *Emys*, was die Beurteilung wesentlich erleichtert. Sehe ich nun von den Variationen geringeren Grades ab, welche auch die Nebengekrösfalte bei gleichaltrigen *Lacerta*embryonen darbietet, so muß ich sagen, daß ich nach dem Studium von bei 150facher Vergrößerung ausgeführten Schnittreihenzeichnungen von 17 Embryonen eine Vertiefung der Rinne in dem Sinne, daß die Splanchnopleura ihres Grundes dorsalwärts aktiv vordringen würde, nicht nachzuweisen vermag, wobei ich allerdings von der Voraussetzung ausgehe, daß der kraniale Abschnitt der rechten Nebengekrösfalte, respektive des aus ihr entstandenen Nebengekröses nur sehr langsam in kraniokaudaler Richtung in die Länge wächst, während ihr übriger Teil inzwischen sehr viel rascher an Länge zunimmt.

Daß, nachdem die Gipfel der beiden von den Nebengekrösen begrenzten Peritonealbuchten unmittelbar an den Lungendarm und wenn die ersten Lungenausbuchtungen gebildet sind, unmittelbar an diese anschließen, die Lungen, sobald sie einmal kaudalwärts auszuwachsen beginnen, ebenso wie bei *Emys*-

embryonen in die Nebengekröse einwachsen, braucht nicht mehr besonders hervorgehoben zu werden. Es kann also das, was Bromann über die Bildung der von ihm so genannten Recessus pneumato-enterici der Reptilien sagt, auch für *Lacerta* keine Geltung haben, denn auch bei *Lacerta*embryonen dringen diese Buchten sicher nicht aktiv zwischen Lungen- und Darmwand kranialwärts vor.

Lacerta gehört zu jenen Sauriern, die Bromann in seiner Gruppe *A* vereinigt hat, von der er angibt, daß sich bei ihren Vertretern der Recessus pneumato-entericus dexter (in derselben Weise wie bei den Schildkröten) von der kranialen Spitze des Recessus hepato-mesenterico-entericus entwickle. Er hat jedoch von *Lacerta*embryonen, welche für die Frage nach der Bildung der sogenannten Recessus pneumato-enterici in Betracht kamen, nur zwei untersucht. Er sagt über dieselben p. 483 folgendes: »*Lacerta*-embryo 2 (2·5 *mm*). Eine mesodermale Leberanlage und ein Recessus hepato-mesenterico-entericus sind schwach angedeutet. Lungenanlagen und Recessus pneumato-enterici sind noch nicht zu erkennen.«

*Lacerta*embryo 3 (4 *mm*). »Die Lungen sind jetzt angelegt. Die entodermalen Lungenanlagen sind gleichgroß und strecken sich etwa 150 μ kaudalwärts von der Trachealbifurkation. Die Recessus pneumato-enterici sind jetzt gebildet; der rechte geht von der kranialen Spitze des Recessus hepato-mesenterico-entericus aus. Die Anlage der Bursa omenti-majoris ist schwach angedeutet.«

Diese Angaben sind etwas dürftig und gestatten jedenfalls nicht, sich ein Urteil über die Entwicklung des Recessus hepato-mesenterico-entericus und der Recessus pneumato-enterici zu bilden. Bromann leitet jedoch seine Angaben über *Lacerta*embryonen damit ein, daß er sagt: »Da die Entwicklung der Mesenterialrezesse bei *Lacerta* in hauptächlich derselben Weise wie bei *Tarentola* stattfindet, beschränke ich mich hier auf folgende kurze Angaben.« Darnach durfte ich also erwarten, in Bromanns Schilderung der Verhältnisse bei *Tarentola*embryonen Angaben zu finden, die einen Schluß auf die Entwicklung der in Frage kommenden Leibeshöhlenbuchten gestatten. Zu meinem Erstaunen war jedoch in dieser Schilderung nichts von solchen Angaben enthalten.

Über den jüngsten untersuchten *Tarentola*embryo 1 (3 *mm* Sch. St. L.) sagt Bromann folgendes: »Die Lungenanlagen sind eben angelegt. Die rechte entodermale Lungenanlage ist etwas größer als die linke; von der Trachealbifurkation streckt sie sich etwa 60 μ kaudalwärts. Die linke entodermale Lungenanlage ist gerade nach links gerichtet. Kaudalwärts wird die links mesodermale Lungenanlage von der Eingangsöffnung eines Recessus pneumato-entericus sinister begrenzt, dessen kraniale, auf dem Querschnitte allseitig geschlossene Partie nur eine Länge von etwa 12 μ hat. Das Ligamentum pulmonale ventrale sinistrum ist 12 μ, das Ligamentum pulmonale dorsale sinistrum ist 96 μ lang.

Die rechte mesodermale Lungenanlage wird ebenfalls durch einen Recessus pneumato-entericus vom Vorderdarme getrennt. Die kaudale Grenze dieses Rezesses ist unmöglich festzustellen, denn der betreffende Rezeß geht kaudalwärts unmerklich in einen Recessus hepato-mesenterico-entericus über« u. s. w. Der jüngste von Bromann untersuchte *Tarentola*embryo war also, da die Recessus pneumato-enterici bereits gebildet waren, jedenfalls schon wieder zu alt, um sich an ihm ein sicheres Urteil über ihre Entstehung bilden zu können.

Ich war deshalb einigermaßen überrascht, als ich in der die Lacertilier betreffenden Übersicht Bromanns, p. 512, folgendes las: »Wenn wir die untersuchten Lacertilier überblicken, finden wir also, daß sie alle einen Recessus hepato-mesenterico-entericus besitzen, welcher in hauptsächlich derselben Weise wie zum Beispiel bei den Schildkröten entsteht.« Wie Bromann dies sagen konnte, ist mir nicht recht verständlich, hat er doch weder bei *Lacerta*- und *Tarentola*-, noch auch bei Schildkrötenembryonen Tatsachen beobachtet, die einen nur einigermaßen sicheren Rückschluß auf die Entstehung dieser Peritonealbucht gestatten. P. 513 heißt es dann weiter: »Der linke Recessus pneumato-entericus verhält sich bei allen insofern vollkommen gleich, als er immer direkt von der großen Körperhöhle aus entsteht. Dies ist nur relativ selten mit dem Recessus pneumato-entericus dexter der Fall; im allgemeinen bildet sich dieser Rezeß als eine kraniale Fortsetzung des Recessus hepato-mesenterico-entericus.«

Ich habe in Bromanns Arbeit vergeblich nach der Beschreibung von Tatsachen gesucht, die diese Schlußfolgerungen zu ziehen gestatten würden, denn auch seine Angaben über Embryonen von *Cnemido-*

phorus und *Anguis* — auf die letzteren werde ich gleich näher einzugehen haben — enthalten nichts, was er als Stütze für die Richtigkeit seiner Behauptungen über die Bildung des Recessus pneumato-enterici verwerten könnte. Auch war es mir nicht möglich, unter Bromanns Angaben über die Verhältnisse bei Lacertilierembryonen solche zu finden, die zu der Behauptung berechtigen würden (vergl. p. 513), daß es »bei allen embryologisch« von ihm »untersuchten Lacertiliern an jeder Seite einen Recessus pneumato-entericus« gibt, »welcher offenbar die Aufgabe hat, die betreffende Lunge, welche etwas früher als der betreffende Recessus angelegt wird, vom Vorderdarme freizumachen«. Zu dieser Aufstellung wäre Bromann, meiner Meinung nach, nur berechtigt gewesen, wenn er einen Eidechsenembryo beschrieben hätte, bei dem schon Lungenausbuchtungen und noch keine Recessus pneumato-enterici vorhanden gewesen wären.

Bezüglich dessen, was ich über die erste Entstehung der Nebengekröse und der von ihnen begrenzten Buchten bei den Embryonen von *Anguis* gesehen habe, will ich mich kurz fassen. Die erste Anlage des rechten Nebengekröses sehe ich bei dem Embryo. dessen Schlunddarm in Fig 7 auf Taf. I abgebildet ist, in Form einer nur ganz wenig prominierenden Splanchnopleurafalte an der rechten Seite des Darmrohres. Bei einem etwas älteren Embryo tritt diese Falte bereits deutlicher vor und erstreckt sich kaudalwärts bis in das Gebiet der dorsalen Pankreasanlage, hat aber kranial den kranialen Abschluß des Sulcus hepato-entericus dexter und somit auch die dorsale Wand des Sinus venosus noch nicht erreicht. Bei einem dritten, wieder etwas älteren Embryo, dessen Schlunddarm in der Gegend der Lungenanlage noch ähnliche Verhältnisse zeigt, wie der in Fig. 9 auf Taf. I abgebildete, nur daß er etwas weiter geworden ist und seine Lungenrinnen etwas stärker hervortreten, erstreckt sich der die kraniale Fortsetzung der rechten Nebengekrösfalte bildende Splanchnopleurawulst über den kranialen Abschluß des Sulcus hepato-entericus dexter bis an die dorsale Wand des Sinus venosus.

Bei einem nächstälteren Embryo von 1·4 *mm* Kopflänge begrenzt der kranialste Abschnitt der rechten Nebengekrösfalte bereits eine auf dem Querschnitte allseitig geschlossene Bucht von 0·03 *mm* Tiefe. Es ist also bei diesem Embryo bereits der kranialste Teil des rechten Nebengekröses gebildet. Eine linke Nebengekrösfalte ist bei ihm noch nicht angelegt. Dagegen ist die Stelle am kranialen Ende des übrigens noch recht seichten Sulcus hepato-entericus sinister, zwischen linker Darmwand und Sinus venosus, an welcher diese Falte etwas später prominiert, schon deutlich zu erkennen. Bei einem Embryo von 1·32 *mm* Kopflänge, dessen Lungenanlage in Fig. 10 auf Taf. I abgebildet ist, hat die vom rechten Nebengekröse begrenzte Bucht bereits eine Tiefe von 0·04 *mm*. Auch ist bei ihm die Anlage des linken Nebengekröses als leicht bogenförmig verlaufende, an der Wand des Sinus venosus ventral beginnende und dorsalwärts in den Splanchnopleuraüberzug der Darmwand auslaufende, wulstförmige Falte bereits gut erkennbar. Dabei besteht jedoch auf der linken Seite noch keine kranialwärts blind endigende Peritonealbucht, sondern nur eine von der linken Nebengekrösfalte begrenzte lateralwärts offene Nische, deren Zellauskleidung kranialwärts unmittelbar an die linke Lungenaussackung anstößt. Entwickelt sich nun in der Folge aus dieser lateralwärts offenen Nische eine kranial gerichtete blind endigende Bucht, deren Gipfelteil auch wieder unmittelbar an die Lungenaussackung anstößt, so kann diese Entwicklung doch wohl kaum in Form einer von der Peritonealhöhle ausgehenden Einstülpung vor sich gehen, sondern doch nur in der Weise, daß die linke Nebengekrösfalte höher wird und sich ihr Rand in der in Betracht kommenden Strecke kaudalwärts wendet.

Eine blind endigende linke Bucht von 0·01 *mm* Tiefe ist bei einem Embryo von 1·52 *mm* Kopflänge, von dem das Modell der Fig. 11 auf Taf. I herrührt, nachweisbar. Die rechte Bucht hat bei diesem Embryo eine Tiefe von 0·06 *mm*. Dabei läuft bei ihm die schon gut prominierende linke Nebengekrösfalte über der linken Darmwand in dorsokaudaler Richtung aus. Besonders hervorheben möchte ich hier noch, daß nicht nur die Gipfelwand der linken Peritonealbucht, sondern auch die der rechten unmittelbar an die betreffende Lungenaussackung anstößt, was übrigens bezüglich der Gipfelwand der rechten Bucht auch schon bei den zwei jüngeren früher beschriebenen Embryonen nachweisbar war. Die beiden Buchten verhalten sich

also rücksichtlich ihrer Beziehungen zur Lungenanlage in frühen Entwicklungsstadien bei *Anguis* ganz genau ebenso wie bei *Lacerta* und *Emys.*

Dieses Verhalten ändert sich aber sehr bald. Schon bei dem Embryo von 1·54 *mm* Kopflänge, dessen Lunge in Fig. 12 und 13 auf Taf. I abgebildet ist, treffe ich die Wand des Gipfels der rechten Bucht, die eine Tiefe von 0·09 *mm* hat, erst 0·05 *mm* kaudal von der rechten Lungenausbuchtung. Dagegen schließt die linke Bucht noch unmittelbar an die linke Lungenausladung an. Interessant ist, daß bei diesem Embryo diese Bucht viel seichter ist als bei dem nächstjüngeren und sich rein lateralwärts öffnet, also eigentlich auch nur wieder eine von der wulstförmig gestalteten, im Bogen verlaufenden linken Nebengekrösfalte begrenzte Nische darstellt. Auch bei einem nächstälteren Embryo von 1·58 *mm* Kopflänge (das betreffende Lungenmodell ist in Fig. 14 auf Taf. II abgebildet) ist die an die linke Lunge anschließende, vom Nebengekröswulste begrenzte Nische sehr seicht, womöglich noch seichter als bei dem vorhergehenden Embryo. Dabei ist die linke Nebengekrösfalte zwar sehr niedrig, läuft aber über die linke Darmwand in dorsokaudaler Richtung bis ans dorsale Gekröse aus. Der Gipfel der 0·15 *mm* tiefen rechten Peritonealbucht liegt nun schon 0·10 *mm* kaudal von der Bifurkationsstelle der Trachea.

Nur 0·07 *mm* von dieser Stelle finde ich den Gipfel der rechten Bucht bei einem Embryo, dessen Lunge nur wenig weiter entwickelt ist als die in Fig. 14 abgebildete. Dabei hat die Bucht eine Tiefe von 0·17 *mm.* Sehr interessante Verhältnisse zeigt der Embryo auf der linken Seite. Hier findet sich nämlich eine 0·04 *mm* tiefe, vom linken Nebengekröse begrenzte kranialwärts blind endigende Peritonealbucht. Außerdem setzt sich das linke Nebengekröse ventralwärts in Form einer Falte auf die Wand des Sinus

Fig. 15 bis 17.

Querschnitte durch Oesophagus, Lungen und Lungenbuckel eines *Anguis*embryos von 2·0 *mm* Kopflänge. (Vergr. 150 fach.)

Buchstabenerklärung:

A. = Aorta. *Oe.* = Oesophagus. *r. L.* = rechte Lunge. *l. L.* = linke Lunge. *S. v.* = Sinus venosus. *l. N. G.* = linkes Nebengekröse. *l. P. B.* = linke Peritonealbucht.

venosus fort, die 0·11 *mm* weit kaudalwärts verfolgt werden kann, während seine dorsale Fortsetzung an der linken Darmwand nur durch drei Schnitte hindurch nachzuweisen ist. Dabei steht das kaudale Ende der linken Lunge in der Höhe des Gipfels der linken Bucht, der 0·03 *mm* von der Bifurkationsstelle der Trachea entfernt liegt und ragt gerade noch in die kraniale Wurzel des Nebengekröses hinein vor.

Bei dem Embryo, dessen Lunge in Fig. 15 auf Taf. II abgebildet ist, findet sich linkerseits auch wieder eine kranialwärts blind endigende Bucht, die aber nur eine Tiefe von 0·02 *mm* hat und deren Gipfel 0·05 *mm* kaudal von der Bifurkationsstelle der Trachea entfernt steht. Dabei zeigt bei diesem Embryo das linke Nebengekröse keine ventrale faltenförmige Fortsetzung an der dorsalen Wand des

Sinus venosus, dafür besitzt es eine ziemlich hohe, bis an das dorsale Gekröse verfolgbare, dorsale, kaudalwärts verstreichende Fortsetzung. Die vom rechten Nebengekröse begrenzte Bucht hat eine Tiefe von 0·17 *mm* und ihr kranialer Gipfel liegt 0·13 *mm* kaudal von der Bifurkationsstelle der Trachea.

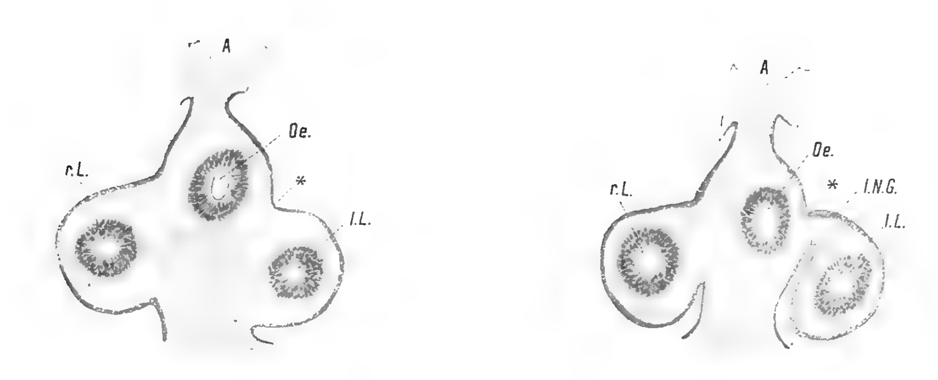
Etwas eingehender will ich die Verhältnisse eines noch wieder etwas älteren Embryos von 2 *mm* Kopflänge behandeln. Die nebenstehenden Textfiguren 15 bis 17 zeigen Querschnitte durch das uns interessierende Gebiet. Der Schnitt der Fig. 15 ist 0·04 *mm* kaudal von der Bifurkationsstelle der Trachea geführt. Die beiden Lungenschläuche liegen hier in der auch den Oesophagus umhüllenden Bindegewebsmasse eingebettet. Die beiden Lungenbuckel, wie ich die Vorwölbungen nenne, die den Lungen entsprechen, sind dorsalwärts gegen das dem Oesophagus entsprechende Gebiet äußerlich noch nicht deutlich abgrenzbar. Fig. 16 zeigt einen um 0·03 *mm* weiter kaudal geführten Schnitt, der sich von dem in Fig. 15 abgebildeten nur dadurch unterscheidet, daß an ihm die linke Pertionealbucht getroffen ist. Diese Bucht hat bei dem vorliegenden Embryo, soweit sie auf dem Querschnitte allseitig geschlossen ist, eine Tiefe von 0·03 *mm*. Ein ventraler Ausläufer des linken Nebengekröses besteht nicht, dagegen ist sein dorsaler Ausläufer schon recht mächtig. Wie Fig. 17 zeigt, öffnet sich also bei diesem Embryo die linke Bucht kaudal- und ventralwärts und findet ihre Fortsetzung in kaudaler Richtung in der von dem dorsalen Ausläufer des linken Nebengekröses lateralwärts begrenzten, ventralwärts offenen Rinne. Sehr instruktiv ist der Schnitt der Fig. 17 auch insofern, als er zeigt, wie in der kaudalen Fortsetzung der linken Lunge eine Bindegewebsmasse in den ventralen Teil des Ausläufers des linken Nebengekröses vordringt und wie an korrespondierender Stelle rechterseits das ventrale Gekröse einen in der Fortsetzung der rechten Lunge gelegenen durch Bindegewebsvermehrung entstandenen Buckel trägt. Es reicht also auf beiden Seiten die sogenannte mesodermale Lungenanlage ein gutes Stück weiter kaudalwärts als die Lungenschläuche selbst. Während nun aber der Gipfel der linken Peritonealbucht 0·07 *mm* kaudal von der Bifurkationsstelle der Trachea entfernt liegt, beträgt diese Entfernung bei dem Gipfel der rechten 0·15 *mm*. Dabei hat die rechte Bucht eine Tiefe von 0·24 *mm*.

Bei einem folgenden Embryo (Kopflänge 2·4 *mm*), dessen rechte Lunge 0·33 *mm* und dessen linke Lunge 0·27 *mm* mißt, ist von einer durch das linke Nebengekröse lateralwärts begrenzten, auf dem Querschnitte allseitig geschlossenen Peritonealbucht nichts mehr zu sehen. Kranial sitzen die beiden Lungenbuckel dem ventralen Gekröse breit auf. Dabei sind aber, wie nebenstehende Fig. 18 zeigt (Querschnitt 0·18 *mm* kaudal von der Bifurkationsstelle der Trachea), diese beiden Buckel durch leicht einschneidende Furchen gegen die Wand des Oesophagus abgesetzt, wobei zu bemerken ist, daß die linke Furche sehr viel deutlicher ausgeprägt ist als die rechte. Auch läßt sich insbesondere die linke Furche immer seichter werdend bis nahe an die Bifurkationsstelle heran verfolgen. Ein weiter kaudal geführter Schnitt (Textfig. 19) zeigt uns ferner, daß hier die Lungenbuckel durch ventrale Rinnen sehr viel schärfer gegen den Oesophagus und sein ventrales Gekröse abgegrenzt sind, die aber, wie ich gleich zeigen werde, eine sehr verschiedene Wertigkeit haben. Wie Textfig. 19 zeigt, ist die die linke Lunge vom ventralen Gekröse trennende Furche sehr viel tiefer als die anscheinend korrespondierende rechte. Während aber die rechte Furche kranialwärts allmählich seichter werdend ausläuft (vergl. die Textfig. 18. und 19), ist dies bei der linken nicht der Fall. Diese beginnt vielmehr ganz plötzlich als tiefe Furche oder Spalte 0·19 *mm* kaudal von der Bifurkationsstelle der Trachea, also an einer Stelle, an welcher man die Mündung der vom linken Nebengekröse begrenzten Bucht suchen würde, die aber, wie schon erwähnt, bei unserem Embryo nicht mehr vorhanden ist. Dadurch erscheint von der Höhe des Schnittes der Textfig. 19 an die linke Lunge durch ein kurzes Gekröse an die Wand des Oesophagus befestigt. Und dieses Gekröse setzt sich über das kaudale Ende der Lunge in eine Falte fort, die über die laterale Wand des Darmes hinweg sich bis auf das dorsale Gekröse fortsetzt und hier kaudalwärts ausläuft. Dabei zeigt die Textfig. 19 ferner, daß die Furche, die weiter kranial den linken Lungenbuckel gegen die Oesophaguswand abgrenzt, sich auch noch kaudalwärts verfolgen läßt und am Ansatze des linken Lungengekröses einschneidet.

Vergleicht man Textfig. 19 mit Textfig. 17, so wird einem sofort klar, wie die Verhältnisse bei dem vorliegenden Embryo zu deuten sind. Indem sich die beiden Lungensäcke rapid verlängern, wächst der

rechte in die Fortsetzung des entsprechenden Lungenbuckels ein, der sich parallel mit diesem Einwachsen kaudalwärts immer weiter verlängert. Dabei vertieft sich die Furche, die schon im Stadium der Fig. 17 den rechten Lungenbuckel vom ventralen Gekröses sondert, immer mehr. Die linke Lunge dagegen muß in den ventralen Teil des dorsalen Ausläufers des linken Nebengekröse einwachsen und so wird der dorsale Teil dieses Ausläufers zum linken Lungenligament. Ob dabei ursprünglich bei dem vorliegenden Embryo eine linke Peritonealbucht in ähnlicher Ausbildung vorhanden war wie bei dem Embryo der Textfig. 15 bis 17, muß ich natürlich unentschieden lassen. Übrigens liegt mir eine Schnittserie durch einen ungefähr gleichalten Embryo vor, dessen rechte Lunge 0·30 *mm* und dessen linke Lunge 0·27 *mm* lang waren, an dem ich das Vorhandensein einer 0·03 *mm* tiefen linken Peritonealbucht, deren Gipfel 0·20 *mm* von der Bifurkationsstelle der Trachea entfernt stand, nachweisen konnte, so daß ich für den Embryo der Fig. 18 bis 19 fast annehmen möchte, daß bei ihm nie eine gut entwickelte linke Peritonealbucht gebildet worden war. Nach den im Vorausgehenden angeführten Tatsachen kann es somit keinem Zweifel unterliegen,

Fig. 18 und 19.



Querschnitte durch Oesophagus und Lungen eines *Anguis*embryos von 2·4 *mm* Kopflänge. (Vergr. 100fach.)

Buchstabenerklärung:

A. = Aorta. *Oe.* = Oesophagus. *l. N. G.* = linkes Nebengekröse. *l. L.* = linke Lunge. *r. L.* = rechte Lunge.

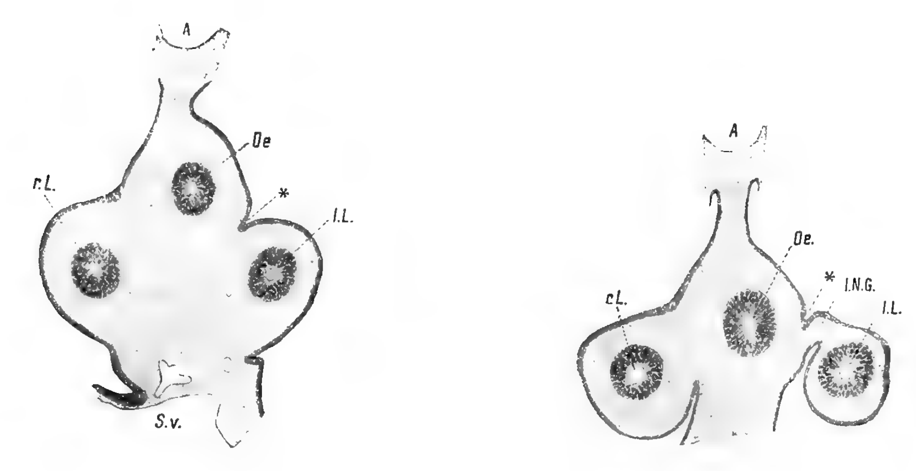
daß sowohl die Ausbildung der die linke Peritonealbucht begrenzenden Teile des linken Nebengekröses, sowie die der Bucht selbst, einen hohen Grad von Variabilität zeigt.

Die rechte Peritonealbucht hat bei dem Embryo der Textfig. 18 und 19 eine Tiefe von 0·32 *mm* und ihr Gipfel liegt 0·39 *mm* kaudal von der Bifurkationsstelle der Trachea. Auf die an den Schnitten ersichtlichen Verhältnisse des rechten Lungenbuckels wurde bereits hingewiesen und es ist nur noch zu bemerken, daß er sich kaudal von den Lungen in eine faltenförmige Leiste fortsetzt, die bis an die durch das rechte Nebengekröse gebildete Wand des rechten Recessus auslaufend verfolgt werden kann. Allerdings verstreicht diese Lungenbandfalte kaum daß sie die Wand des rechten Recessus erreicht hat.

Ich schließe dann hier noch die Beschreibung der Verhältnisse eines Embryos von 0·56 *mm* Kopflänge an und übergehe dabei die bei drei anderen erhobenen Befunde, die nicht wesentlich von denen des Embryos von 2·4 *mm* Kopflänge verschieden waren. Bei dem Embryo beträgt die Länge der rechten Lunge 0·45 *mm* und die der linken 0·36 *mm*. Seine rechte Peritonealbucht, deren Gipfel 0·40 *mm* kaudal von der Bifurkationsstelle der Trachea gelegen ist, hat eine Tiefe von 0·42 *mm*. Eine linke Peritonealbucht existiert nicht. Die die linke Lunge vom ventralen Gekröse trennende ventralwärts offene Rinne beginnt 0·20 *mm* kaudal von der Bifurkationsstelle der Trachea. Bei diesem Embryo ist nun der Prozeß der Rinnenbildung, der zur Abschnürung der beiden Lungen vom Oesophagus und zur Bildung der definitiven Lungenligamente führt, weiter fortgeschritten als in den vorhergehenden Stadien. Dies zeigt nebenstehende

Fig. 20, die einen Querschnitt betrifft, der 0·14 *mm* kaudal von der Bifurkationsstelle der Trachea geführt ist, ebenso wie die Textfig. 21, die einen sehr viel weiter kaudal gelegenen Schnitt abbildet. Ein Vergleich

Fig. 20 und 21.



Querschnitte durch den Oesophagus und die Lungen eines *Anguis*embryos von 2·56 *mm* Kopflänge. (Vergr. 100fach.)

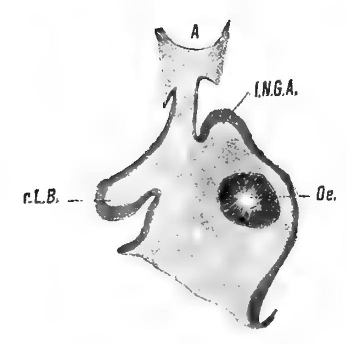
Buchstabenerklärung:

A. = Aorta. *r. L.* = rechte Lunge. *l. L.* = linke Lunge. *Oe.* = Oesophagus. *l. N. G.* = linkes Nebengekröse. *S. v.* = Sinus venosus.

dieser beiden Figuren mit den Textfig. 18 und 19 zeigt, wie die an der Dorsalseite der linken Lunge befindliche Rinne bei dem vorliegenden Embryo wesentlich tiefer geworden ist als bei dem Embryo, von dem die Schnitte der Fig. 18 und 19, herrühren. Fig. 22 endlich zeigt einen Schnitt, der, kaudal von dem kaudalen Ende der beiden Lungen geführt, einerseits den Endabschnitt des dorsalen Ausläufers des, linken Nebengekröses, andrerseits die faltenförmige kaudale Fortsetzung des linken Lungenbuckels getroffen hat.

Die im Vorausgehenden geschilderte Rinnenbildung, die in der Folge weitere Fortschritte macht führt nun schließlich zu einer Abschnürung der beiden Lungen von den Nachbarorganen und zur Bildung der definitiven Lungenligamente, Prozesse, die bei einem Embryo von 3·8 *mm* Kopflänge annähernd durch-

Fig. 22.



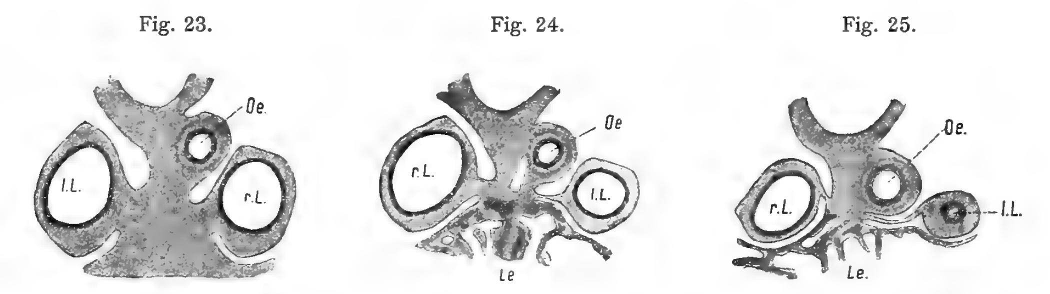
Querschnitt durch den Übergangsteil des Oesophagus in den Magen eines *Anguis*embryos von 2·56 *mm* Kopflänge. (Vergr. 100fach.)

Buchstabenerklärung:

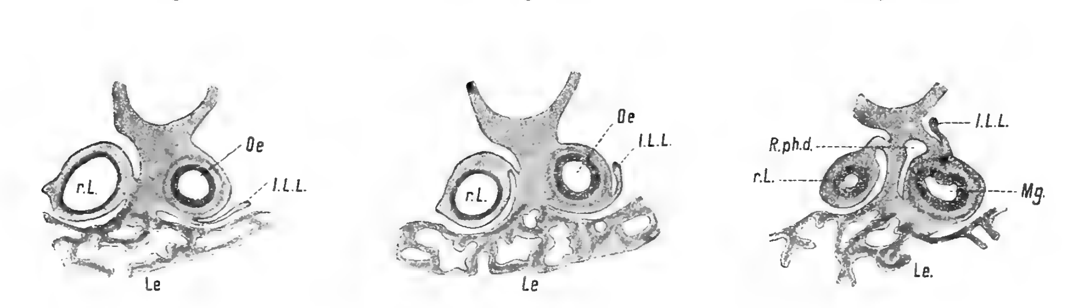
A. = Aorta. *l. N. G.* = linkes Nebengekröse. *r. L. B.* = rechter Lungenbuckel. *Oe.* = Oesophagus.

geführt sind. Von einem Embryo dieser Größe rühren die in den nebenstehenden Textfig. 23 bis 28 dargestellten Querschnittsbilder her.

Fig. 23 zeigt uns einen unweit der Bifurkationsstelle der Trachea geführten Schnitt, im Bereiche dessen sich die beiden Lungen annähernd symmetrisch verhalten. Jede von ihnen wird durch ein kurzes, dickes Gekröse an das ventrale Mesenterium befestigt und ein Vergleich mit Textfig. 18 ergibt sofort, daß diese beiden Lungenbänder in der Höhe unseres Schnittes einem Abschnürungsvorgange ihre Entstehung verdanken, wobei insbesondere die die linke Lunge vom Oesophagus sondernde dorsalwärts offene Rinne sich mächtig vertieft hat. In dem Schnitte der Fig. 24 liegen die Verhältnisse noch ähnlich, nur erscheinen in dieser Höhe die beiden Lungenligamente etwas dünner wie weiter kranial. Besonders dünn ist das linke Lungenligament und es ist schwer zu sagen, ob der Schnitt unserer Textfig. 24 seiner Höhe nach schon in jenes Gebiet fällt, welches etwa dem in Textfig. 21 abgebildeten Schnitte durch einen jüngeren Embryo entsprechen würde. Sicher ist dies jedoch bei dem in Fig. 25 abgebildeten Schnitte der Fall und wir müssen deshalb sagen, daß sich das Ligamentum pulmonale sinistrum eine Strecke weit, verglichen mit dem linken Lungenligamente des Stadiums der Textfig. 20 bis 22 dadurch verbreitert hat, daß sich die an seiner Ansatzstelle an die Oesophaguswand (vergl. Textfig. 21) von der Dorsalseite her



eingreifende Rinne stark vertieft hat. In der Höhe des Schnittes der Textfig. 25 besteht somit das linke Lungenligament aus zwei genetisch verschiedenen Teilen, einem lateralen aus dem dorsalen Ausläufer des linken Nebengekröses gebildeten primären und einem medialen sekundären durch Abschnürung von der Oesophaguswand entstandenen, die sich aber natürlich nicht gegeneinander abgrenzen lassen.



Querschnitte durch Darm, Lungen und Lungengekröse eines *Anguis*embryos von 3·8 *mm* Kopflänge.

(Vergr. 50 fach.)

Buchstabenerklärung:

A. = Aorta. *Oe.* = Oephagus. *l. L.* = linke Lunge. *r. L.* = rechte Lunge. *Le.* = Leberanlage.

A. = Aorta. *R. ph. d.* = Recessus pulmo-hepaticus dexter. *l. L. L.* = linkes Lungenligament. *r. L.* = rechte Lunge.

Mg. = Magen. *Le.* = Leberanlage.

Aber dieser Abschnürungs- respektive Abspaltungsvorgang betrifft nicht bloß denjenigen Teil des linken Lungenligamentes, in welchen in diesem Stadium die linke Lunge schon hineingewachsen ist, sondern auch seine kaudale Fortsetzung, zu der die linke Lunge erst später noch Beziehungen gewinnt Dies zeigt die Betrachtung des Schnittes der Fig. 26, an welchem der kaudale Ausläufer des linken Lungenligamentes an der ventralen Wand des Ösophagus haftet. Seine Haftlinie zieht sich dann (vergl. Fig. 27 und 28) über die laterale Darmwand gegen das dorsale Gekröse hin, an welchem dieser Ausläufer langsam niedriger werdend verstreicht. Textfig. 28 zeigt endlich noch, was ich schon früher

einmal hervorgehoben habe (6), daß sich in diesem Stadium die rechte Lunge bis in das Gebiet der rechten Peritonealbucht erstreckt und daß hier ihr Ligament an der lateralen, vom Nebengekröse gebildeten Wand der Bucht haftet und auch an dieser Wand über das Gebiet der Lunge hinaus kaudalwärts ausläuft.

Das die linke Lunge befestigende Gekröse besteht somit aus zwei genetisch verschiedenen Teilen, die allerdings später nicht mehr gegeneinander abzugrenzen sind, nämlich aus einem unmittelbar aus der linken Nebengekrösfalte hervorgegangenen und aus einem sekundär durch Abschnürung der Lunge und des primären Lungengekröses von der Ösophaguswand und dem ventralea Ösophagusgekröse entstandenen.

Fasse ich also das bisher über die Entwicklung der Nebengekröse von *Auguis* mitgeteilte kurz zusammen, so ergibt sich folgendes. Die Anlage der beiden Nebengekröse erfolgt bei dieser Form in ganz ähnlicher Weise wie bei *Emys* und *Lacerta* und mithin auch die der von diesen Gekrösen seitlich begrenzten Peritonealbuchten. Der kraniale Abschnitt des linken Nebengekröses zeigt, so wie die von ihm begrenzte Bucht, einen hohen Grad von Variabilität. Wahrscheinlich ist diese Bucht bei älteren Embryonen nur dann nachzuweisen, wenn schon von vornherein der sie begrenzende Teil des linken Nebengekröses einen höheren Grad von Ausbildung gewonnen hatte. Bei relativ alten Embryonen habe ich von dieser Bucht nichts mehr nachweisen können, so daß anzunehmen ist, daß sie sich auch dann, wenn sie relativ gut ausgebildet war, in späteren Entwicklungsstadien vollständig zurückbildet. Wie ich mir diese Zurückbildung vorstelle, werde ich später auseinandersetzen.

Ursprünglich schließen die Gipfel der beiden Buchten, die auf genau der gleichen Höhe stehen ganz ähnlich wie bei *Lacerta*- und *Emys*embryonen unmittelbar an die Wand der Lungenaussackungen an. Später aber weichen sie in kaudaler Richtung ziemlich rasch zurück. Dabei war festzustellen, daß der Gipfel der rechten Bucht sehr viel rascher zurückweicht als der der linken. Wie ist nun dieses Zurückweichen zu erklären? Ich glaube, daß da zweierlei Prozesse in Betracht gezogen werden können. Erstlich könnte es sich um ein vermehrtes Längenwachstum der zwischen den Gipfeln der Buchten und den Lungenanlagen respektive der Bifurkationsstelle der Trachea gelegenen Teile handeln. Wenn aber ein solches vermehrtes Längenwachstum allein ausschlaggebend wäre, könnte man aus demselben schwerlich die im Fortschreiten der Entwicklung immer stärker hervortretende Differenz zwischen der rechten und linken Körperseite erklären. Denn es ist wohl nicht gut möglich, daß die Teile rechts von der Medianebene stärker in die Länge wachsen als die links, ohne daß eine starke Verbiegung des Darmrohres und der rechten Lunge nach der rechten Körperseite hin erfolgen würde, von der in der Tat nichts zu sehen ist.

Eine andere Möglichkeit für die Erklärung des Zurückweichens der beiden Buchten würde in der Annahme eines allmählich auf den beiden Körperseiten ungleichmäßig fortschreitenden Obliterationsprozesses gegeben sein. Es ist nun nur die Frage, ob ein solcher Obliterationsprozeß auch tatsächlich vor sich geht. Ein Obliterationsprozeß im gewöhnlichen Sinne des Wortes ist es sicherlich nicht, denn ich konnte bei keinem der von mir untersuchten Embryonen etwas sehen, was dafür sprechen würde, daß sich in ihren Gipfelteilen die Wände der Peritonealbuchten aneinanderlegen und daß es durch Verwachsung zu einer Verödung der Buchten kommen würde. Aber was mir auffiel ist, daß von dem Zeitpunkte an, in dem das Zurückweichen der Gipfelbuchten beginnt, eine große Menge von Zellen aus der Wand der Buchten auszutreten und zur Vermehrung des in der Umgebung des Ösophagus und der Lungenschläuche befindlichen Bindegewebslagers beizutragen scheinen, wobei ich mir vorstelle, daß mit dem Austreten von Zellen aus der Wand der Gipfelbuchten die letzteren immer kürzer und kürzer werden. Dabei schreitet der Prozeß rechterseits, mindestens im Anfang, sehr viel rascher vor als linkerseits, so daß es in dem Maße, als die Lungenschläuche in kaudaler Richtung auswachsen, zu einer Rückbildung der Gipfelbuchten kommt und damit auch die Teile der Nebengekröse, welche diese Buchten begrenzen, verschwinden. Ist dabei die linke Bucht von vornherein tief angelegt, daß heißt der sie begrenzende Teil des linken Nebengekröses schon in frühen Entwicklungsstadien in kraniokaudaler Richtung sehr hoch, so wird es, wie ich dies in einem Falle (vergl. Textfig. 16) beobachten konnte, noch

dazu kommen können, daß die linke Lunge in diesem noch freien Teil des linken Nebengekröses hineinwächst, und dies um so eher, als die Reduktion der linken Gipfelbucht, wie dies aus meinen Messungen hervorgeht, sehr viel langsamer vor sich geht als die der rechten. In der Regel wird aber die linke Lunge ebenso wie die rechte bei ihrem Vorwachsen das Niveau des sich in kraniokaudaler Richtung zurückbildenden Gipfels der Bucht nicht mehr erreichen, weil eben in der Regel das Zurückweichen des Gipfels der Bucht ebenso rasch oder noch rascher erfolgen dürfte, als das Vorwachsen des betreffenden Lungenschlauches. Erst wenn der linke Lungenschlauch die Höhe des dorsalen Ausläufers des linken Nebengekröses erreicht hat, wird er in diesen hinein vorwachsen können.

Der rechte Lungenschlauch tritt aber, soweit ich das an den von mir untersuchten Embryonen sehen konnte, in frühen Entwicklungsstadien überhaupt in keine direkte Beziehung mehr zum Gipfelteile der rechten Peritonealbucht, da sich dieser viel zu rasch zurückbildet, als daß sich eine solche Beziehung herstellen könnte. Indem nun das die Lungenschläuche umgebende Bindegewebe von einem bestimmten Zeitpunkte an eine starke Vermehrung zeigt, springen die Lungenbuckel stärker gegen die Leibeshöhle zu vor und da die Bindegewebsvermehrung auch noch über das kaudale Ende der Lungensäcke eine Strecke weit in kaudaler Richtung vorgreift, hat der Lungenbuckel eine größere Länge als der Lungenschlauch selbst. Linkerseits findet dann der Lungenbuckel seine Fortsetzung in dem ursprünglich dorsalen Ausläufer des linken Nebengekröses, der nunmehr als dorsales Lungenligament funktioniert, während sich rechterseits in der Fortsetzung des Lungenbuckels eine Falte entwickelt, in die sich die rechte Lunge allmählich immer weiter kaudalwärts vorschiebt. Und diese Falte reicht dann auch noch bis auf die Seitenwand der rechten Peritonealbucht herab.

Kranial stehen nun die beiden Lungenschläuche der Embryonen von 2 *mm* Kopflänge zunächst noch in breiter Verbindung mit der Wand des Ösophagus, das heißt der Lungenbuckel ist weder dorsal noch ventral von der Ösophaguswand abgrenzbar. Später schnürt sich aber auch hier die Lungenanlage von der Ösophaguswand ab, so daß sich in der in Betracht kommenden Gegend Verhältnisse herstellen wie sie Textfig. 23 wiedergibt. Das heißt die rechte Lunge besitzt jetzt ein eigenes kurzes Gekröse, welches an der rechten Seite des Ösophagus festsitzt und sich in kaudaler Richtung bis auf den kranialsten Teil des rechten Nebengekröses fortsetzt. Dagegen besteht das Gekröse der linken Lunge aus zwei genetisch verschiedenen Teilen, von denen der kraniale, durch den oben beschriebenen Abschnürungsvorgang entstandene, am ventralen Ösophagusgekröse (vergl. Textfig. 23 und 24) haftet, während der kaudale, der zum Teile aus dem Ausläufer des linken Nebengekröses entstanden ist, mit seiner Ansatzlinie über die linke Darmwand hinziehend das dorsale Gekröse erreicht und an diesem noch eine ziemliche Strecke weit kaudalwärts verfolgt werden kann, bis er schließlich an ihm ausläuft.

Ich habe diese Verhältnisse des linken Lungenligamentes schon einmal in einer früheren Arbeit (6) beschrieben, war aber damals nicht in der Lage, die gemachten Befunde entsprechend zu deuten und mußte mich damit begnügen, auf die eigenartigen Verhältnisse, die das linke Lungenligament von *Anguis* darbietet, aufmerksam zu machen.

Daß die Vorgänge, die zur Rückbildung des kranialen Abschnittes der rechten Peritonealbucht führen, auch in späteren Entwicklungsstadien noch im Gange sind, geht aus den Angaben hervor, die ich schon bei einer früheren Gelegenheit (6) gemacht habe. Sie besagen, daß (vergl. Textfig. 28) in einem bestimmten Entwicklungsstadium das kaudale Ende der rechten Lunge zwar bis in das Gebiet der rechten Peritonealbucht herabreicht, während beim ausgebildeten Tiere dieses Ende der Lunge kranial vom Gipfel der rechten Peritonealbucht steht, woraus man den Schluß ziehen müsse, daß ein kranialer Abschnitt der rechten Peritonealbucht der Obliteration anheimfalle. Als ich diese Angaben machte hatte ich freilich, da mir nur einige wenige Embryonen von *Anguis* zur Untersuchung vorlagen, keine Ahnung davon, daß in ganz frühen Entwicklungsstadien der Gipfel des Recessus pulmo-hepaticus dexter auch bei *Anguis* ursprünglich bis an die Lungenanlage heranreicht.

Auch Bromann hat eine Reihe von 10 *Anguis*embryonen untersucht, von denen acht für die uns interessierenden Fragen in Betracht kommen. Ich will hier nur einiges von dem anführen, was Bromann

über diese Embryonen schreibt, denn im wesentlichen stimmen seine Angaben mit dem, was ich finden konnte, recht gut überein. Bezüglich seines Embryos 3 (4 *mm* größter Durchmesser) gibt er an, daß die eben angelegten Lungen beinahe symmetrisch seien und führt dann weiter aus: »Die kraniale Partie des Recessus hepato-mesenterico-entericus bildet eine auf dem Querschnitte allseitig geschlossene 48 μ lange Tasche, deren kraniales Ende dorsalwärts von der rechten Lungenanlage liegt[1], und zwar in der Höhe, wo die Trachealanlage mit dem Vorderdarme in Verbindung steht.« Bromann hat also, was er allerdings später nicht mehr erwähnt, bei diesem Embryo eine unmittelbare nachbarliche Beziehung der kranialen Wand seines Recessus hepato-mesenterico-entericus zur rechten Lungenausbuchtung festgestellt, eine Tatsache, die ich nur zu bestätigen vermag.

Für den nächsten Embryo 4 (4·2 *mm* Durchmesser), dessen Lungenanlagen, noch symmetrisch und nur wenig größer waren, gibt er dann weiter an, daß die allseitig geschlossene Partie des Recessus hepato-mesenterico-entericus 96 μ lang gewesen sei und daß er ihre Spitze 12 μ kaudal von der rechten Lungenaussackung gefunden hätte. Bei Bromanns Embryo 5 (größter Durchmesser 4·6 *mm*, etwas gestreckt) betrug, wie dieser Autor angibt, die Distanz zwischen dem kaudalen Ende der rechten Lungenanlage, die eine Länge von 48 μ hatte und der kranialen Spitze des Recessus hepato-mesenterico-entericus 48 μ. Für die folgenden fünf älteren Embryonen notiert Bromann diese Distanzen leider nicht. Hätte er auch bei diesen die Distanz zwischen Trachealbifurkationsstelle und kranialem Ende des Recessus hepato-mesenterico-entericus nachgemessen, so hätte er, so wie ich eine rapide Zunahme dieser Distanz finden können. Immerhin hätte er schon nach den oben zitierten Befunden bei drei jüngeren Embryonen auf die Erscheinung des Zurückweichens des kranialen Endes der Bucht aufmerksam werden können und hätte dieselbe nicht ignorieren dürfen. Indem er dies getan hat, konnte er dann freilich p. 517 sagen: »Nach meinen embryologischen Untersuchungen zu urteilen, obliteriert nicht eine kraniale Partie der Bursa omentalis bei solchen Lacertiliern, deren rechter Mesenterialrecessus relativ kurz ist (zum Beispiel bei *Anguis*). Diese rechte Mesenterialtasche, zum Beispiel bei *Anguis*, ist nämlich nicht der ganzen Bursa omentalis (d. h. Recessus hepato-mesenterico-entericus + Recessus pneumato-entericis dexter) analog, sondern wird nur von einem Recessus hepato-mesenterico-entericus gebildet.« Bromann hätte den ersten Satz beweisen müssen, was er nicht getan hat. Ja er hat sogar selbst beobachtete Tatsachen, die bis zu einem gewissen Grade gegen die Richtigkeit dieses Satzes sprechen, vollkommen ignoriert. Dieser Satz ist aber, wie ich oben gezeigt habe, wenigstens für *Anguis* sicherlich unzutreffend.

Von der Anlage eines Recessus pneumato-entericus sinister erwähnt Bromann bei der Beschreibung seines *Anguis*embryos 4 nichts und eben so wenig von der Anlage einer linken Nebengekrösfalte. Nach den von mir gemachten Beobachtungen müßte aber bei einem Embryon, dessen rechte Peritonealbucht eine Tiefe von 0·096 *mm* hat, die linke Nebengekrösfalte schon gebildet sein und mindestens die Andeutung einer linken, unmittelbar kaudal von der linken Lungenaussackung befindlichen Peritionealbucht nachgewiesen werden können. Freilich muß bei der großen Variabilität der Verhältnisse der linken Bucht zugegeben werden, daß sie vielleicht gelegentlich gar nicht angelegt wird. Aber was unbedingt angelegt wird, ist die linke Nebengekrösfalte und die müßte wohl bei Bromanns *Anguis*embryo 4 schon zu sehen gewesen sein.

Wenden wir uns nun den Angaben zu, die sich auf jene Rinnen beziehen, die Bromann, wie ich glaube mit Unrecht, als Recessus pneumato-enterici dexter und sinister bezeichnet. Bei seinem *Anguis*embryo 5 hat Bromann einen 12 μ langen Recessus pneumato-entericus sinister beobachtet, der sich jedoch nicht gerade kaudalwärts, sondern dorsalwärts öffnete und der sich also auf dem Querschnitte nicht als allseitig geschlossen präsentierte. Wie Bromann sagt, war also durch diesen Rezeß »nur ein kurzes Ligamentum ventrale sinistrum gebildet; ein dorsales Pulmonalligament existiert dagegen nicht.« Ich selbst konnte genau gleiche Verhältnisse bei keinem der von mir untersuchten Embryonen nachweisen. Bei

[1] Derartiges sieht man allerdings nur an Schnitten, die das Darmrohr in der Gegend der Lungenanlage nicht genau quer, sondern etwas schief in dorsoventraler Richtung, kaudokranial abfallend treffen.

seinem *Anguis*embryo 6, dessen Lungen schon eine beträchtliche Länge hatten (r. L. 132 μ, l. L. 84 μ), fand Bromann einen 72 μ langen Recessus pneumato-entericus sinister. Kranialwärts bildet er eine 48 μ lange, auf dem Querschnitte allseitig geschlossene Tasche.» Hier findet sich also sowohl ein Ligamentum pumonale dorsale sinistrum (72 μ), wie ein Ligamentum ventrale sinistrum (48 μ lang). Für seinen Anguisembryo 7 gibt Bromann an, daß er demselben Entwicklungsstadium angehöre wie sein Embryo 6. »Der Recessus pneumato-entericus sinister verhält sich umgekehrt wie bei dem *Anguis*embryo 5. Dieser Rezeß (48 μ lang) öffnet sich nämlich „ventralwärts". Die im obigen referierten Beobachtungen mußten Bromann zunächst auf die Variabilität, die der Recessus pneumato-entericus sinister bei verschiedenen Embryonen darbietet, aufmerksam machen. Doch hat er in der Folge, soweit ich sehen konnte, von dieser Variabilität keine Notiz genommen. Von dem nächstälteren Embryo 8 gibt er dann nur an, daß der Recessus pneumato-entericus sinister 72 μ lang sei, sich ventralwärts öffne und keine allseitig geschlossene Tasche bilde. Im wesentlichen stimmen also diese Angaben, insbesondere auch was die Variabilität der Befunde anbelangt, mit dem, was ich gesehen habe, ziemlich gut überein.

Ich wende mich nun, bevor ich das zitiere, was Bromann über seinen Embryo 9 sagt, dem zu, was er bezüglich der Beziehungen der rechten Lunge bei jüngeren Embryonen angibt. Es kommt hier vorerst sein Embryo 6 in Betracht. Er sagt über ihn mit Rücksicht auf die rechte Lunge Folgendes: »Auch die kaudale Partie der rechten Lunge wird jetzt durch einen (48 μ langen) Recessus pneumato-entericus dexter vom Vorderdarme getrennt. Dieser Recessus öffnet sich ventralwärts und bildet keine auf dem Querschnitte allseitig geschlossene Tasche. Es findet sich also an der rechten Seite nur ein dorsales Ligamentum pulmonale.« Ähnlich liegen nach Bromanns Angaben die Verhältnisse bei seinem Embryo 7. Bei seinem Embryo 8 soll der Recessus pneumato-entericus dexter 60 μ lang und nur sehr schwach angedeutet sein. Fragen wir nun, was dieser Recessus pneumato-entericus dexter Bromanns eigentlich ist, so müssen wir vor allem feststellen, daß er eben so wenig wie der Recessus pneumato-entericus sinister späterer Stadien ein wirklicher Recessus, sondern ein einfacher Sulcus ist, der an der Ventralseite zwischen rechter Lunge und ventralem Darmgekröse einschneidend kranialwärts allmählich verstreicht. Die Entstehung dieses Sulcus ist nach dem, was ich auf p. 40 über das Wachstum der rechten Lunge in kaudaler Richtung mitgeteilt habe, ohne weiteres klar. Parallel mit dem Auswachsen des rechten Lungensackes wächst das kaudale, nur aus mesodermalen Elementen bestehende Ende des Lungenbuckels, sich von seinem Mutterboden immer mehr abhebend und schließlich in eine Falte auslaufend immer weiter vor und gleichzeitig dringt das kaudale Ende des Lungenschlauches immer weiter in den so verlängerten Lungenbuckel ein. Wahrscheinlich vertieft sich dabei die den Lungenbuckel begrenzende, ventralwärts offene Furche auch etwas, so daß man, so wie bei der linken Lunge, von einem Abschnürungsvorgange sprechen kann. Aber von einem Recessus pneumato-entericus dexter darf man, wie ich glaube, wenn man den Ausdruck überhaupt gebrauchen will, bei *Anguis fragilis* unter keinen Umständen sprechen. Denn bei dieser Form bildet sich der Teil der rechten Peritonealbucht, den Bromann bei anderen Reptilien als Recessus pneumato-entericus bezeichnet, zurück und wenn sich, was, wie wir gesehen haben, nicht der Fall ist, bei *Anguis* an der medialen Seite der rechten Lunge eine Bucht entwickeln würde, so müßte man ihr, um Mißverständnissen vorzubeugen, einen anderen Namen geben. Die Rinne, die Bromann als Recessus pneumato-entericus dexter bezeichnet, entwickelt sich nur als Folgeerscheinung der durch die Rückbildung des kranialen Abschnittes der rechten Peritonealbucht geschaffenen veränderten Wachstumsbedingungen für die rechte Lunge.

Aber auch von einem Ligamentum pulmonale dorsale dextrum darf man meiner Meinung nach bei *Anguis* nicht sprechen, denn diese Bezeichnung ist bereits für den dorsal von der rechten Lunge befindlichen Abschnitt des rechten Nebengekröses von *Lacerta* und mit Rücksicht auf diesen Punkt lacertaähnlichen Reptilien vergeben. Vielmehr ist das Ligamentum pulmonale dextrum von *Anguis* und anguisähnlichen Formen eine Bildung eigener Art.

Was schließlich Bromanns Embryo 9 anbelangt, so zeigt er die für ältere *Anguis*embryonen typischen, von mir schon früher beschriebenen (6) Verhältnisse des linken Lungenligamentes, nur reicht

bei ihm das kaudale Ende der rechten mesodermalen Lungenanlage erst bis zur Höhe des kranialen Endes des sogenannten Recessus hepato-mesenterico-entericus. Daß Bromann die verschiedene genetische Wertigkeit des kranialen und kaudalen Abschnittes des linken Lungenligamentes bei seinem Embryo 9 nicht erkannt hat, hängt vielleicht damit zusammen, daß ihm Zwischenstufen zwischen seinen Embryonen 8 und 9 fehlten.

Daß es sich in dem Verhalten der kranialen Abschnitte des linken Lungenligamentes bei *Anguis* um etwas von dem Ligamentum pulmonale dorsale sinistrum anderer Saurier vom Lacertatypus verschiedenes handelt, hatte ich schon seinerzeit hervorgehoben (6), und daß ich recht hatte, dies zu tun, glaube ich im Vorausgehenden gezeigt zu haben. Denn in der Tat entspricht nur ein Teil des linken Lungenligamentes von *Anguis* dem Ligamentum pulmonale dorsale sinistrum von *Lacerta* und anderen lacertaähnlichen Sauriern. Sein kranialer Abschnitt dagegen ist eine Bildung eigener Art, die in Anpassung an die eigenartigen Verhältnisse des Körpers von *Anguis* sekundär entstanden ist.

An den Angaben, welche Bromann über die Entwicklung der Peritonealbuchten von *Cnemidophorus* macht, vermag ich keine Kritik zu üben, da mir Embryonen von *Tejiden* leider nicht zur Verfügung stehen. Nur das eine läßt sich mit Bestimmtheit sagen, daß die Bucht, welche sich nach Bromann bei dieser Form in der Regel an der medialen Seite der rechten Lunge zu entwickeln scheint, etwas besonderes ist und jedenfalls nicht mit der Bucht homologisiert werden darf, die Bromann bei *Lacerta* oder *Emys* als Recessus pneumato-entericus bezeichnet.

Nun will ich zum Schlusse auch noch auf die recht interessanten und eigenartigen Verhältnisse bei Schlangenembryonen etwas näher eingehen. In der Übersicht über die von ihm bei Schlangen gewonnenen Resultate sagt Bromann: »Der Recessus hepato-mesenterico-entericus bildet sich bei den Schlangen in hauptsächlich derselben Weise wie bei den Schildkröten, ist aber immer relativ klein.« Daß Bromann die Entwicklung dieses Recessus bei Schildkröten eigentlich gar nicht gesehen hat, habe ich früher bereits hervorgehoben. Aber auch bei Schlangen hat er seine Entstehung nicht geschildert.

Es standen ihm im Ganzea neun Embryonen von *Tropidonotus* zur Verfügung. Der jüngste von ihnen (1) war anscheinend zu jung und daher weder von einer Lungenanlage noch von Mesenterialbuchten eine Spur vorhanden. Von dem nächsten (2) sagt Bromann: »Die Lungenanlagen sind jetzt gebildet. Die linke entodermale Lungenanlage ist nur sehr schwach angedeutet; die rechte ist relativ groß und streckt sich 24 μ kaudalwärts von der Trachealbifurkation. Die erste Andeutung eines Recessus hepato-mesenterico-entericus ist jetzt an der rechten Seite des Mesenteriums zu sehen.«

Es ist sehr zu bedauern, daß Bromann die Verhältnisse dieses Embryos nicht genauer untersucht und beschrieben hat, denn es war der einzige Embryo, der ihm vielleicht über die Bildung des Recessus hepato-mesenterico-entericus etwas hätte sagen können. Der nächste Embryo (3), der ihm zur Verfügung stand, dessen rechte Lunge eine Länge von 0·132 *mm* hatte, war nämlich schon wieder viel zu alt, als daß er in dieser Richtung hätte verwertet werden können. Und nun sagt Bromann, nachdem er einen einzigen für die Bildung des Recessus hepato-mesenterico-entericus in Betracht kommenden Embryo untersucht hatte, daß die Bildung dieses Recessus bei Schlangen in ähnlicher Weise erfolge wie bei Schildkröten.

Mir selbst standen eine größere Zahl von Schnittserien durch Embryonen von *Tropidonotus natrix* und *Coluber Aesculapii* zur Verfügung, die ich vor längerer Zeit für die Zwecke einer anderen Untersuchung angefertigt hatte. Ich will mich jedoch hier nicht auf eine Wiedergabe der bei den einzelnen Embryonen gemachten Beobachtungen einlassen, sondern mich darauf beschränken, einige Angaben über die erste Anlage der Nebengekröse und der von ihnen begrenzten Peritonealbuchten zu machen und im Anschlusse daran einige Beobachtungen zu erwähnen, die ich über das Schicksal des linken Nebengekröses sowie über das der beiden Peritonealbuchten machen konnte.

Die erste Anlage des rechten Nebengekröses sehe ich bei einem *Tropidonotus*-Embryo von 1·3 *mm* Kopflänge. Sie präsentiert sich bei ihm wie bei den anderen untersuchten Reptilien als eine wulstförmig gegen die Leibeshöhle zu vorspringende Falte (vergl. Fig. 24 auf Taf. II) der mächtig dicken Splanchnopleura. Am höchsten ist die Falte in der Höhe des abgebildeten Schnittes und flacht von hier aus sowohl

kranial- als kaudalwärts allmählich ab. In der letzteren Richtung erstreckt sie sich noch eine gute Strecke weit über das Gebiet der vorderen Darmpforte hinaus. Eine rinnenförmige Ausladung der Leibeshöhle, die als Anlage des S. hepato-entericus dexter bezeichnet werden könnte, ist nur unmittelbar kranial von der vorderen Darmpforte an der Ventralseite der rechten Nebengekrösfalte zu sehen. Sie endigt kranial dort, wo die Falte verstreicht, ganz allmählich. In ihrer Fortsetzung in kranialer Richtung aber bildet die Splanchnopleura bei ihrem Übergange von der Darmwand auf die dorsale Wand des Sinus venosus einen Zellkeil, der sich zwischen Sinus venosus und ventrale Darmwand gegen die Medianebene zu vorschiebt und dem eine ähnliche keilförmige Zellmasse der linken Seite gegenübersteht, ohne daß sich jedoch die Kanten der beiden Zellkeile berühren würden. Dabei scheinen die an den Kanten der Keile gelegenen Zellen etwas lockerer miteinander verbunden zu sein als die Zellen der übrigen Splanchnopleura (vergl. Fig. 23 auf Taf. II). Im ganzen haben diese Zellkeile eine Länge von etwa 0·09 *mm*. Sie reichen bis an die Stelle kranialwärts, an welcher sich das Darmrohr zum Lungendarme zu erweitern beginnt, also bis an die Stelle heran, bis zu welcher wir bei den Embryonen von *Lacerta, Anguis* und *Emys* die S. hepato-enterici reichen sahen.

Bei einem *Tropidonotus*-Embryo von 1·6 *mm* Kopflänge ist die rechte Nebengekrösfalte schon sehr viel höher geworden. Fig. 27 auf Taf. II zeigt uns einen Querschnitt durch die Falte, der, was die Höhe anbelangt, in der er geführt ist, dem in Fig. 27 auf Taf. II abgebildeten Schnitte durch ein jüngeres Stadium entsprechen dürfte. Nur ist bei dem Embryo der Fig. 27 in der Gegend des abgebildeten Schnittes das Darmrohr bereits geschlossen. Berücksichtigt man die aus den beiden Fig. 24 und 27 ersichtlichen Verhältnisse, so wird man wohl schwerlich auf die Idee verfallen, daß die rechte Nebengekrösfalte einer Buchtbildung ihre Entstehung verdanke. Kaudalwärts von unserem Schnitte wird die Falte rasch niedriger und verstreicht mit ihrer Wurzel dorsalwärts rückend am dorsalen Gekröse. Auch kranialwärts wird sie etwas niedriger. Fig. 26 auf Taf. II zeigt uns einen Schnitt, der sie 0·01 *mm* kaudal von der Stelle durchschneidet, an welcher der ventral von ihr gelegene S. hepato-entericus dexter endigt. Während aber unmittelbar kaudal von dem abgebildeten Schnitte die beiden Lamellen der Falte ähnliche Verhältnisse darbieten wie sie der Schnitt der Fig. 27 zeigt, sehen wir wie in dem Schnitte der Fig. 26 der mediale Teil der ventralen Lamelle der Falte nicht mehr aus dicht gedrängten Epithelzellen, sondern aus locker gelagerten typischen embryonalen Bindegewebszellen besteht, die kontinuierlich in das zwischen Darm und Sinus venosus befindliche Zellgewebslager übergehen. Gleichzeitig sehen wir aber an dem Schnitte, daß auch linkerseits die Splanchnopleura eine mächtige, wenn auch nicht ganz so hohe Falte bildet, wie sie uns rechterseits entgegentritt. Diese Falte, die nur auf wenigen Schnitten erscheint und die kaudalwärts rach abflacht, ist die Anlage des linken Nebengekröses und kann daher als linke Nebengekrösfalte bezeichnet werden.

Untersuchen wir endlich noch einen Schnitt (Fig. 25 auf Taf. II), der etwas weiter kranial, etwa in der Mitte der Distanz zwischen dem kaudalen Ende des Lungendarmes und dem Beginne des S. hepato-entericus geführt ist, so sehen wir, daß in diesem Gebiete zwischen die Wand des Sinus venosus und die ventrale Wand des Darmrohres ein mächtiges Bindegewebslager eingeschoben ist, welches dadurch mit den beiden den Darm bekleidenden Splanchnopleuralamellen in Verbindung steht, daß sich aus den ventralsten Teilen der letzteren einzelne Zellen zu lösen beginnen, die zur Vermehrung dieses Bindegewebslagers beizutragen scheinen. Untersucht man ferner die Splanchnopleura des Darmes, so erkennt man, wie sie beiderseits [1] etwas ausladet und verfolgt man diese Ausladungen kaudalwärts, so sieht man, daß sie unmittelbar in die Kuppen der Nebengekrösfalten übergehen.

Wie sind nun die bei dem vorliegenden Embryo bestehenden Verhältnisse aus denen hervor gegangen zu denken, die wir bei dem Embryo von 0·3 *mm* Kopflänge fanden? Ich glaube darüber mit Rücksicht auf das, was ich bei einigen anderen Embryonen von *Tropidonotus* und *Coluber Aesculapii* gleicher oder ähnlicher Entwicklungsstufen gesehen habe, folgendes sagen zu können. Das Zellager

[1] In Fig. 26 wurde der S. hep. ent. dext. im Interesse der Deutlichkeit des Bildes weit offen gezeichnet. In Wirklichkeit aber liegen die seine Wand bildenden Koelomepithelplatten in der Höhe unseres Schnittes einander unmittelbar an.

zwischen Darm und Sinus venosus in der Strecke zwischen kaudalem Ende des Lungendarmes und kranialem Ende des S. hepato-entericus dexter et sinister entsteht dadurch, daß die Zellen der beiden zwischen Darm und Sinus venosus vorgeschobenen Zellkeile jüngerer Embryonen aus dem Verbande der Splanchnopleura austretend, selbständig werden und durch immer neue aus der Splanchnopleura austretende Zellen Vermehrung finden. Dieser Prozeß des Austretens von Zellen aus dem Verbaude der Splanchnopleura scheint sich jedoch auch auf die Splanchnopleura des kranialen Endes des S. hepato-entericus zu erstrecken. So wenigstens erkläre ich mir die aus Fig. 26 auf Taf. II ersichtlichen Verhältnisse, und dabei dürfte sich auch ein kranialer Abschnitt des S. hepato-entericus zurückbilden. Dafür scheint mir vor allem der Umstand zu sprechen, daß sich das in Fig. 26 sichtbare Lumen der rechten Nebengekrösfalte noch eine gute Strecke weit über unseren Schnitt hinaus kranialwärts nachweisen läßt, obwohl eine ventrale Lamelle der Nebengekrösfalte hier natürlich nicht mehr besteht. Und damit würde dann auch wieder im Zusammenhange stehen, daß man in der Fortsetzung der Kuppe der Nebengekrösfalte einen Splanchnopleurawulst so weit kranialwärts verfolgen kann.

Wenn aber diese Annahme richtig ist, woran ich nicht zweifle, dann setzt bei den von mir untersuchten Schlangen derselbe Prozeß, der bei *Anguis fragilis* zur Rückbildung des kranialen Abschnittes der beiden von den Nebengekrösen begrenzten Peritonealbuchten führt, schon zu einer Zeit ein, in der noch gar keine solchen Buchten gebildet sind und betrifft dann natürlich die Wand der S. hepato-enterici. Ja im kranialsten Abschnitte kommt es ûberhaupt nicht mehr zur Bildung wirklicher Rinnen, sondern an Stelle der Rinnen tritt eine solide Anlage, die zum Teile dann auch in der Bildung des Zellgewebslagers zwischen Darmrohr und Sinus venosus aufgeht.

So würde es sich auch erklären, wie es kommt, daß, wenn die Nebengekrösfalten sich mit der dorsalen Wand des Sinus venosus respektive mit der seiner beiden Schenkel verbinden, die Gipfel der so gebildeten Peritonealbuchten sich sehr viel weiter entfernt vom kaudalen Ende des Lungendarmes befinden, wie bei allen anderen von mir untersuchten Reptilienembryonen.

Die Bildung der beiden Buchten scheint dabei in ähnlicher Weise vor sich zu gehen wie bei *Lacerta* und *Anguis*. Doch bestehen immerhin gewisse Verschiedenheiten. Vor allem entstehen beide Buchten nahezu gleichzeitig, obwohl die linke Nebengekrösfalte, wie das jüngste beschriebene Stadium von *Tropidonotus,* bei dem sie noch fehlt, lehrt, etwas später auftritt als die rechte. Ja ich verfüge sogar über eine Serie durch einen jungen Embryo von *Coluber Aesculapii,* bei welchem linkerseits bereits eine 0·01 *mm* tiefe Bucht vorhanden war, während rechterseits eine solche noch fehlte. Die rechte Bucht entwickelt sich nun in der Weise, daß an der Kuppe der Nebengekrösfalte eine ventrale Ausladung entsteht, die sich in kraniokaudaler Richtung mit der dorsalen Wand des rechten Schenkels des Sinus venosus verbindet. Fig. 28 auf Taf. II zeigt uns einen Querschnitt durch die Gegend der rechten Bucht eines *Tropidonotus*-Embryos, bei dem die Bucht eine Tiefe von 0·045 *mm* aufwies und wir erkennen an dieser Figur genau, wie, da die Verwachsung die ventrale Ausladung der Nebengekrösfalte betrifft, die Kuppe dieser Falte von der Verwachsung unberührt bleibt. Linkerseits ist an dem gleichen Schnitte der S. hepato-entericus sinister und die linke Nebengekrösfalte getroffen.

Die linke Peritonealbucht entsteht in ganz ähnlicher Weise wie die rechte. An dem Schnitte der Fig. 28 erkennt man eine ganz leicht angedeutete ventrale Ausladung der ventralen Lamelle der linken Nebengekrösfalte, die zwei Schnitte weiter kranial mit der ventralen Wand des S. hepato-entericus sinister in Verbindung steht. Die auf diese Weise abgegrenzte Bucht hat nur erst eine Tiefe von 0·01 *mm.* Da die zur Bildung der Bucht führende Verbindung der linken Nebengekrösfalte ihren ventralen Umfang betrifft, bleibt ihre Kuppe von dem ganzen Prozesse unberührt und wir können den durch sie gebildeten Wulst sowie das Faltenlumen genau so wie auf der rechten Seite noch eine Strecke weit über das Gebiet der Bucht hinaus kranialwärts verfolgen. Kranial ist die Begrenzung der die beiden Buchten auskleidenden Splanchnopleuralamelle keine scharfe. Das heißt es treten beiderseits aus der Gipfelwand der Buchten frei werdende Zellen aus und vermehren auf diese Weise das schon vorhandene Bindegewebslager.

Die an älteren Embryonen erhobenen Befunde kann ich füglich, soweit sie sich auf die weitere Ausbildung des rechten Nebengekröses beziehen, übergehen. Bezüglich des linken Nebengekröses aber will ich bemerken, daß es, trotzdem seine Anlage, wie ich gezeigt habe, eine genügend mächtige ist, doch nie einen höheren Grad der Ausbildung erlangt und ebenso gewinnt auch die von ihm begrenzte Peritonealbucht selten eine erhebliche Tiefe. Bei einigen meiner Embryonen zeigte sich diese Bucht nur als eine seichte, seitlich offene Nische. Meist hatte sie nur eine Tiefe von 0 01 bis 0·03 *mm* und nur in einem Falle bei einem *Tropidonotus*-Embryo, dessen Maße leider nicht notiert worden waren, hatte sie die sehr erhebliche Tiefe von 0·06 *mm.* In Fig. 39 auf Tafel III gebe ich das Bild eines Querschnittes durch einen Embryo von *Coluber Aesculapii,* der beide Peritonealbuchten getroffen hat. In diesem Falle hatte die linke Bucht eine Tiefe von 0·03 *mm.* Aber in allen Fällen, auch in solchen, in denen die linke Bucht etwas tiefer war wie gewöhnlich, konnte ich die linke Nebengekrösfalte doch nur immer durch einige wenige Schnitte an der linken Darmwand kaudalwärts verfolgen. Daß die linke Peritonealbucht auch bei *Coronella laevis* angelegt wird, lehrt mich eine Schnittserie durch einen Embryo dieser Form mit 2·7 *mm* Kopflänge.

Bei älteren Embryonen von *Tropidonotus* fehlt sowohl die linke Nebengekrösfalte, als auch die von ihr begrenzte Bucht. Offenbar bildet sie sich vollständig zurück. Über die Art und Weise, wie diese Rückbildung erfolgt, vermag ich jedoch nichts bestimmtes auszusagen. Dazu ist mein Material doch noch zu wenig reichhaltig. Den letzten kaum erkennbaren Rest der linken Bucht finde ich bei einem *Tropidonotus*-Embryo, dessen rechte Lunge eine Länge von 0·275 *mm* hatte. Als kaum erkennbares seitlich offenes trichterförmiges Grübchen ist sie auch noch bei einem Embryo von *Coronella laevis* mit 3·5 *mm* Kopflänge vorhanden.

Wie verhalten sich nun aber im Fortschreiten des Entwicklungprozesses bei Embryonen von *Tropidonotus* und *Coluber Aesculapii* die Gipfel der beiden Peritonealbuchten zu den Lungenanlagen? Während ich zeigen konnte, daß bei den Embryonen von *Emys, Lacerta* und in frühen Entwicklungsstadien auch bei *Anguis* die Gipfel der beiden von den Nebengekrösen begrenzten Peritonealbuchten unmittelbar an die Lungen anschließen, ist etwas ähnliches bei den untersuchten Schlangenembryonen nicht der Fall. Vielmehr ist bei ihnen, wie ich gezeigt habe, gleich von vornherein ein ziemlicher Zwischenraum zwischen dem kaudalen Ende des Lungendarmes respektive dem kaudalen Rande der späteren Bifurkationsstelle der Trachea und den Gipfeln der beiden eben angelegten Buchten festzustellen. Die Länge dieses Zwischenraumes, ich will sie in der Folge Distanz A nennen, beträgt bei einem Embryo von *Coluber Aesculapii,* bei dem die rechte Bucht eine Tiefe von 0·01 *mm* hatte, 0·09 *mm.* Ich habe diese Distanz bei älteren *Tropidonotus*-Embryonen gemessen und will das, was ich dabei gefunden habe, hier anführen. Bei einem Embryo, dessen Lungenausbuchtungen noch nicht kaudal gerichtet waren, betrug die Distanz A bei einer Tiefe der rechten Peritonealbucht von 0·045 *mm,* 0·12 *mm.* Bei drei Embryonen, deren rechte Lunge von der Bifurkationsstelle der Trachea aus gemessen eine Länge von 0·09 *mm* hatte, ergab die Distanz A 0·15, 0·165 und 0·165 *mm* bei einer Tiefe der rechten Bucht von 0·105, 0·15 und 0·12 *mm.* Bezeichne ich die Länge der rechten Lunge mit M, so lagen die Dinge bei den folgenden Embryonen so, daß $M = 0{\cdot}105$ — $A = 0{\cdot}135$, $M = 0{\cdot}135$ — $A = 0{\cdot}195$, $M = 0{\cdot}285$ — $A = 0{\cdot}435$, $M = 0{\cdot}33$ — $A = 0{\cdot}48$, $M = 1{\cdot}305$ — — $A = 1{\cdot}245$ *mm* ergab. Es entfernt sich also der Gipfel der rechten Bucht ziemlich stetig und rasch von der Bifurkationsstelle der Trachea. Da aber die rechte Lunge noch rascher in die Länge wächst, als das Zurückweichen des Gipfels der rechten Bucht erfolgt, kommt sie schließlich mit ihrem kaudalen Ende in das Gebiet der letzteren selbst zu liegen, was Bromann bereits richtig angegeben hat. Nur wächst sie dabei nicht in das rechte Nebengekröse hinein, sondern sitzt mit ihrem kaudalen Ende dem dorsalen Mesenterium dort breit auf, wo sich das rechte Nebengekröse mit ihm vereinigt. Messungen an älteren Embryonen auszuführen, war wegen ihrer Krümmung nicht mehr möglich.

Ob das Zurückweichen des Gipfels der rechten Bucht auf ähnliche Prozesse zurückzuführen ist wie bei *Anguis,* vermag ich mit voller Sicherheit nicht zu sagen, halte es aber für in hohem Grade wahrscheinlich. So lange eine von dem rudimentären, nie zu höherer Entwicklung gelangenden linken Nebengekröse

begrenzte linke Peritonealbucht besteht, findet sich ihr Gipfel stets ziemlich genau auf der gleichen Höhe wie der der rechten. Die Verschiebung der beiden Gipfel in kaudaler Richtung ließe sich also bei *Tropidonotus* allerdings ohne Schwierigkeiten durch ein vermehrtes Längenwachstum der kranial von ihnen, zwischen ihnen und der Bifurkationsstelle der Trachea gelegenen Teile erklären. Mit Rücksicht auf die früher geschilderten Befunde bei jüngeren Schlangenembryonen glaube ich jedoch annehmen zu dürfen, daß die Vergrößerung der Distanz *A*, außer auf ein vermehrtes Längenwachstum des betreffenden Gebietes, auch auf einen mit dem Austreten von Zellen einhergehenden Rückbildungsvorgang an den Gipfeln der Buchten einhergeht, der bei der linken Bucht zu ihrem vollständigen Verschwinden führt.

Eine nachbarliche Beziehung zwischen der Anlage der linken Lunge und der linken Peritonealbucht kann sich naturgemäß, da die linke Lunge rudimentär bleibt, bei den untersuchten Schlangen niemals herstellen. Es wäre deshalb in hohem Grade interessant, die Embryonen einer Schlangenform zu untersuchen, bei der die linke Lunge einen höheren Grad der Ausbildung erlangt, um zu sehen, ob sich nicht bei ihnen solche Beziehungen herstellen. Bromann hatte von dem Vorhandensein der linken Peritonealbucht bei *Tropidonotus*-Embryonen keine Kenntnis, trotzdem ihm ein Embryo (3) zur Verfügung stand, bei dem, soweit meine Erfahrung reicht, nach der Längenausdehnung seiner rechten Lunge (0·132 *mm*) zu schließen, eine solche Bucht, wenn sie überhaupt entwickelt war, hätte gefunden werden müssen. Ob Bromann sie aber bei diesem Embryo übersehen hat, oder ob sie wirklich nicht vorhanden war, wird wohl eine Durchsicht der im Besitze des Herrn Dr. R. Krause befindlichen Serie leicht ergeben.

Fasse ich nun kurz das, was ich über die Entwicklung der Nebengekröse und der von ihnen begrenzten Peritonealbuchten bei den von mir untersuchten Schlangenembryonen gefunden habe, zusammen, so kann ich wohl sagen, daß dieselben in prinzipiell derselben Weise angelegt werden wie bei den anderen untersuchten Reptilienformen. Ein wesentlicher Unterschied besteht nur darin, daß bei den untersuchten Schlangen die S. hepato-enterici nie so weit kranialwärts zur Ausbildung gelangen wie bei anderen Reptilien und daß wahrscheinlich ihre kranialsten Abschnitte, noch bevor die Nebengekrösfalten an die dorsale Wand des Sinus venosus respektive die seiner beiden Schenkel Anschluß gewinnen und es dadurch zur Buchtbildung kommt, der Rückbildung anheimfallen. So kommt es, daß die Gipfel der beiden Peritonealbuchten bei den untersuchten Schlangenembryonen gleich bei ihrem ersten Erscheinen sich in einer recht beträchtlichen Entfernung vom Ende des Lungendarmes befinden, was wieder zur Folge hat, daß die beiden Lungenanlagen nie direkte Beziehungen zu den beiden Nebengekrösen gewinnen können. Während somit bei *Anguis* die erste Anlage der Nebengekröse noch eine große Übereinstimmung mit den bei jungen *Lacerta*embryonen gefundenen Verhältnissen zeigt, liegen bei den Schlangen schon in der ersten Anlage erheblich abgeänderte Verhältnisse vor. Ich zweifle aber nicht daran, daß sich bei den Embryonen von Schlangen, deren linke Lunge eine höhere Ausbildung erlangt, Verhältnisse der Nebengekröse finden werden, die denen der Embryonen von *Anguis* sehr viel ähnlicher sind als die der von mir untersuchten Formen.

Ich wende mich nun wieder dem linken Nebengekröse von *Emys*-Embryonen zu. Wir haben dasselbe im Stadium der Fig. 40 und 41 verlassen und gesehen, daß die von ihm begrenzte Bucht sich kaudal- und dorsalwärts öffnet und daß der von dem kaudalen Teile der linken Lunge eingenommene Abschnitt buckelförmig kaudalwärts prominiert. Anscheinend ist also der ventral von der Lunge befindliche Abschnitt des linken Nebengekröses in kraniokaudaler Richtung sehr viel länger als sein dorsaler. Später ändert sich dies jedoch. Betrachtet man das in Fig. 41 auf Taf. IV abgebildete Modell genauer, so bemerkt man, daß sich von dem dorsalen Teile des linken Nebengekröses ein ganz schwach angedeuteter niedriger Wulst, bogenförmig über die Darmwand gegen den Ansatz des dorsalen Gekröses in dorsokaudaler Richtung hinzieht. Hat man diesen Wulst am Modell erkannt, so findet man ihn auch leicht an den einzelnen Schnitten der Serie wieder, obwohl er hier nur sehr wenig deutlich hervortritt. Untersucht man nun ältere Embryonen, so sieht man wie sich dieser Wulst in eine leistenförmige Falte umwandelt, die das dorsale Gekröse erreicht und sich an ihm in kaudaler Richtung verlängert, bis sie schließlich bei einem Embryo von 2·80 *mm* Kopflänge (vergl. Fig. 42 auf Taf. IV) bis in die Gegend der Milzanlage reicht, also beinahe

dieselbe Länge hat wie das rechte Nebengekröse mit seiner dorsalen Fortsetzung, der Hohlvenenfalte. Dabei ist diese Falte größtenteils recht niedrig. Nur in der Nachbarschaft der Lunge wird sie breiter und infolge dessen öffnet sich jetzt die vom linken Nebengekröse begrenzte Bucht nur mehr ventral- und kaudalwärts (vergl. Fig. 42 auf Taf. IV). Hat aber einmal der dorsale Ausläufer des linken Nebengekröses in der geschilderten Weise eine gewisse Ausbildung erlangt, so kann die linke Lunge in ihn hinein vorwachsen und vielleicht ist es dem Umstande, daß die Falte erst relativ spät zur Entwicklung kommt, zuzuschreiben, daß die linke Lunge, die wie wir gesehen haben, anfänglich der rechten Lunge im Wachstume vorauseilt, von einem bestimmten Zeitpunkte an im Wachstume zurückbleibt und erst wieder energischer zu wachsen beginnt, wenn in dem dorsalen Ausläufer des linken Nebengekröses der Boden geschaffen ist, in welchen sie vordringen kann.

Von großem Interesse war es auch für mich zu erfahren, ob bei *Emys*-Embryonen kraniale Teile der von den Nebengekrösen begrenzten Leibeshöhlenbuchten sekundär verloren gehen. Bromann gibt nämlich an, daß sich die Entfernung der kranialen Rezeßenden von der Bifurkationsstelle der Trachea im Laufe der Entwicklung recht beträchtlich entferne.[1] Diese Angabe ist vollkommen richtig. Während bei Embryonen mit 2·34 *mm* Kopflänge die kranialen Enden der Buchten noch unmittelbar an die Bifurkationsstelle der Trachea anschließen, weichen sie in der Folge ganz allmählich in kaudaler Richtung zurück. Ich habe dies an 22 aufeinander folgenden Stadien (Embryonen mit einer Kopflänge von 2·52 bis zu einer Kopflänge von 6·4 *mm*) feststellen können. Freilich schwankten die gemessenen Distanzen insofern, als gelegentlich einmal bei einem Embryo eine Distanz gefunden wurde, die etwas kleiner war als die bei dem in der Reihe vor ihm stehenden gemessene. Aber im allgemeinen war bis zu einem bestimmten Stadium ein ziemlich gleichmäßiges, langsames Größerwerden der Distanz zu verzeichnen.

Ich war nun, trotzdem ich die an Querschnitten gewonnenen Befunde mit solchen an Sagittalschnittserien vergleichen konnte, nicht in der Lage festzustellen, ob dieses Größerwerden der Distanz, wie Bromann annimmt, lediglich in dem Sinne eine Wachstumerscheinung darstelle, als die Hauptbronchi und die sie umgebenden Teile an Länge zunehmen, wodurch eine Verschiebung nicht nur der Gipfel der Buchten, sondern auch aller in ihrer Umgebung befindlichen Teile in kaudaler Richtung bedingt wird, oder ob nicht doch nebenbei auch noch in ähnlicher Weise wie bei *Anguis* und *Tropidonotus* eine ganz allmähliche Rückbildung des Gipfels der Buchten erfolge.

Mit voller Sicherheit aber vermag ich festzustellen, daß bei älteren Embryonen der kranialste Teil der rechten Bucht, der an der medialen Seite der rechten Lunge, zwischen ihr und dem kaudalsten Abschnitte des Oesophagus gelegen ist, vollständiger Rückbildung anheimfällt. Noch bei einem Embryo von 6·4 *mm* Kopflänge und 8·25 *mm* Länge des Rückenschildes ist dieser kranialste Teil der Bucht als kurze kranial blind endigende Ausladung des Netzbeutelraumes erhalten. Bei einem etwas älteren Embryo von 6·3 *mm* Kopflänge und 10·2 *mm* Länge des Rückenschildes finde ich von ihr nur noch einen kurzen sich kranialwärts rasch verengenden und in einen spitzen Blindsack auslaufenden Rest und bei einem Embryo von 7·15 *mm* Kopflänge und 12·5 *mm* Länge des Rückenschildes ist keine Spur dieser Ausladung mehr nachzuweisen.

Über das Schicksal der linken Bucht macht Bromann folgende Angaben: »Der Recessus pneumatoentericus sinister persistiert ebenfalls bei erwachsenen Schildkröten. Bei der allgemeinen Formveränderung des Rumpfes wird indessen seine Eingangsöffnung so stark vergrößert, daß der Recessus nachher kaum mehr von der großen Körperhöhle abzugrenzen ist. Nur das ursprüngliche Ligamentum pulmonale ventrale sinistrum, welches die Lunge mit der Leber verbindet und jetzt ganz transversal verläuft (vergl. Fig. 552, p. 463 und Fig. 556 l. N. G.), gibt über das Schicksal des betreffenden Recessus Auskunft.« Ich kann diese Angaben für die Embryonen von *Emys* nicht bestätigen.

---

1 »Embryo 4 von *Chrysemys picta* (6·6 *mm* Sch. St. L.).« »Die Entfernung der kranialen Rezeßenden von der Trachealbifurkation hat sich darum in dieser Zeit etwa verdoppelt.«

Schon bei einem Embryo von 6·3 *mm* Kopflänge und 10·2 *mm* Länge des Rückenschildes kann ich weder von der früher vorhandenen linken Peritonealbucht zwischen Lunge und Endstück des Oesophagus am Übergange in den Magen, noch auch von dem Ligamentum pulmonale ventrale sinistrum auch nur eine Spur nachweisen. Und ebensowenig fand ich von dieser Bucht und dem Ligamentum pulmonale ventrale sinistrum bei zwei noch älteren Embryonen mit 12·5 und 16·7 *mm* Länge des Rückenschildes. Die Verhältnisse, die ich bezüglich dieser Bucht und des Ligamentum pulmonale ventrale sinistrum bei dem ältesten Embryo, bei dem diese Bildungen noch nachzuweisen waren, feststellen konnte, ließen jedoch erkennen, daß die Bucht infolge eines Obliterationsvorganges verschwinden müsse, wobei eine Lageveränderung des kaudalsten Oesophagusabschnittes und der Cardia wahrscheinlicherweise als ursächliches Moment für die Einleitung des Prozesses eine Hauptrolle spielen dürfte.

Die Bucht reicht bei diesem und etwas jüngeren Embryonen eine kurze Strecke weit an der linken Oesophaguswand über die Cardia hinaus kranialwärts. Indem sich nun der Magen stärker krümmt und an Volumen zunimmt, verschiebt sich sein Fundusteil kranialwärts. Diese Verschiebung hat zur Folge, daß sich das Endstück des Oesophagus stärker nach links abbiegt, so daß sich hier seine frühere linke Wand kranialwärts wendet. Dabei drängt sowohl diese Wand des kaudalsten Oesophagusabschnittes, sowie der kraniale Umfang der Cardia gegen die den Recessus pulmo-hepaticus sinister begrenzende Fläche der linken Lunge an und steht dann mit dieser Fläche der Lunge in inniger Berührung. Ich kann nun freilich, da die Schnitte in der in Frage kommenden Gegend den Oesophagus und die Cardia einer- und die mediale Fläche der linken Lunge andrerseits in schiefer Richtung treffen, nicht bestimmt sagen, ob bei dem Embryo mit 6·4 *mm* Kopflänge schon eine Verwachsung der einander berührenden Teile besteht oder nicht. Sicher aber ist, daß durch die eben geschilderte Anlagerung der Cardia an die linke Lunge die linke Bucht in einen dorsalen und einen ventralen Abschnitt getrennt erscheint. Der letztere ist lateralwärts durch das an der dorsalen Wand der Perikardialhöhle (Septum pericardiaco-pleuro-peritoneale) haftende Ligamentum pulmonale ventrale sinistrum abgeschlossen und kommuniziert natürlich dort, wo dieses Ligament freirandig endigt, kaudalwärts mit der Peritonealhöhle. Eine direkte Beziehung des Ansatzes des Ligamentum pulmonale ventrale sinistrum zum linken Leberlappen besteht in diesem Entwicklungsstadium nicht. Wohl aber inseriert das durch die Abschnürung des linken Leberlappens vom Septum pericardiaco-pleuro-peritoneale entstandene Gekröse des linken Leberlappens seitlich, in der unmittelbaren Nachbarschaft seines Ansatzes, an dem Ligamentum pulmonale ventrale sinistrum.[1]

Bei dem nächstälteren untersuchten Embryo von 6·3 *mm* Kopflänge ist nun von der linken Bucht in der Nachbarschaft des kaudalsten Oesophagusabschnittes bis an seine Einmündung in den Magen heran keine Spur mehr zu sehen und die Wandabschnitte dieses Organes, die früher an der Begrenzung der linken Bucht beteiligt waren, stehen nun durch lockeres Bindegewebe mit der linken Lunge und der dorsalen Wand des Perikardialsackes in Verbindung. Ich ziehe aus diesen Befunden den Schluß, daß die linke Peritonealbucht, soweit sie auf dem Querschnitte allseitig geschlossen ist, durch Obliteration verschwindet.

Doch scheint die Obliteration nicht immer in gleicher Weise und vor allem nicht auf einmal zu erfolgen. Ich verfüge nämlich über eine Sagittalschnittserie durch einen *Emys*-Embryo von 7·5 *mm* Kopflänge, bei dem nach den Befunden bei anderen Embryonen gleichen Alters zu schließen von der linken Bucht eigentlich nichts mehr zu sehen sein sollte, bei dem aber trotzdem noch ein Rest von ihr in Form eines lateralwärts an der kranialen Hälfte der ventralen Fläche der Cardia sich allmählich erweiternden und in die Peritonealhöhle mündenden Ganges erhalten ist, der medianwärts ganz enge wird und schließlich am kranialen Umfange des nach links gerichteten Endstückes des Oesophagus blind endigt. Nach der Enge des Ganges in seinen medialen Partien, sowie nach der Beschaffenheit seiner epithelialen Auskleidung zu schließen, wäre er in der Folge wohl auch teilweise oder vollständig obliteriert.

---

[1] Über die Art und Weise, wie sich die Leber vom Septum pericardiaco pleuroperitonale abschnürt und wie sich dabei gewisse Leberligamente bilden, wird in einer folgenden Abhandlung berichtet werden.

Jedenfalls ist die Tatsache, daß der kranialste Abschnitt der rechten und die ganze linke Peritonealbucht in späteren Entwicklungsstadien bei *Emys*-Embryonen durch Verödung verschwinden, im Hinblicke auf die bei *Anguis* und Schlangen gefundenen Rückbildungsprozesse, die diese beide Peritonealbuchten betreffen, von großem Interesse. Ich zweifle nicht daran, daß ähnliche Rückbildungsprozesse an den Recessus pulmo-hepatici, wie sie bei den Embryonen von *Anguis* nachgewiesen werden konnten und wie sie bei den Embryonen von *Emys* verhältnismäßig spät einsetzen, sich auch bei den Embryonen anderer Reptilien, die im ausgebildeten Zustande keinen Recessus pulmo-hepaticus sinister besitzen und deren Recessus pulmo-hepaticus dexter sich wenig weit kranialwärts erstreckt, werden nachweisen lassen. Und es wird nicht uninteressant sein zu erforschen, zu welcher Zeit des Embryonallebens diese Rückbildungsprozesse bei den einzelnen Formen einsetzen und ob nicht, wie ich vermute, ein gewisser Parallelismus zwischen der Höhe der Rückbildung und der Zeit ihres Einsetzens in dem Sinne besteht, daß, je früher der Prozeß sich geltend zu machen beginnt, er auch, mindestens mit Rücksicht auf den Recessus pulmo-hepaticus dexter, zu einer desto weitergehenden Reduktion führt.

Die bei Reptilien über die Bildung der Lungen und der Nebengekröse gemachten Beobachtungen mußten natürlich den Wunsch rege machen zu untersuchen, wie in dieser Beziehung die Verhältnisse bei den den Reptilien so nahe verwandten Vögeln liegen. Da mir meine Serien durch Hühnerembryonen, weil gerade einige entscheidende Stadien fehlten, keine bestimmte Aufklärung brachten, betraute ich einen meiner Schüler mit der Bearbeitung eines in den letzten Jahren gesammelten, besonders reichen Materiales von Sperlingsembryonen. Er wird in einigen Monaten über das, was er bezüglich der Bildung der Lungen und der Nebengekröse bei dieser Form finden konnte, berichten. Nach dem aber, was uns bisher bereits an Serien durch Sperlingsembryonen vorliegt, läßt sich schon mit Bestimmtheit sagen, daß beim Sperling die Lungenanlage ganz ähnlich wie bei *Emys* eine paarige ist und daß, wenn auch die Bildung der Nebengekröse in manchen Punkten von der bei den Reptilien beobachteten etwas abweicht, doch die den Recessus pulmo-hepatici der Reptilien entsprechenden Peritonealbuchten des Sperlings nur als eine Folgeerscheinung der Bildung der Nebengekröse auftreten und daß sie auch beim Sperling sicherlich nicht in kranialer Richtung vorwachsen.

Innsbruck, im Jänner 1908.

Verzeichnis der im Texte angeführten Literatur.[1]

1. Bromann I. Die Entwicklungsgeschichte der Bursa omentalis und ähnlicher Rezeßbildungen bei den Wirbeltieren. Wiesbaden 1904.

2. Greil A. Bemerkungen zur Frage nach dem Ursprunge der Lungen (vorl. Mitt.). Anatom. Anz., Bd. 26, p. 625—632, 1905.

3. — Über die Anlage der Lungen sowie der ultimo-branchialen (postbranchialen, supraperikardialen) Körper bei anuren Amphibien. Anatom. Hefte, Bd. 29, 1905, p. 445—506.

4. Hesser C. Über die Entwicklung der Reptilienlungen. Anatom. Hefte, Bd, 29, 1905, p. 215—310.

5. Hochstetter F. Über das Gekröse der hinteren Hohlvene. Anatom. Anz., Bd. 3, 1888, p. 965 bis 974.

6. — Über partielle und totale Scheidewandbildungen zwischen Pleurahöhle und Peritonealhöhle bei einigen Sauriern. Morpholog. Jahrb., Bd. 27, 1899, p. 263.

7. Peter K. Normentafel zur Entwicklungsgeschichte der Zauneidechse (*Lacerta agilis*). Jena 1904.

8. Schmalhausen I. I. Die Entwicklung der Lungen bei *Tropidonotus natrix*. Anatom. Anz., Bd. 27, 1905, p. 511—520.

9. Stoß A. Untersuchungen über die Entwicklung der Verdauungsorgane, vorgenommen an Schafembryonen. Dissertation, Leipzig 1892.

10. Swaen. Recherches sur le Développement du Foie du Tube digestive de l'arrière Cavité du Peritoine et du Mésentère. Journal de l'Anatomie et de la Physiologie, Vol. 32, 33, 1896—97.

[1] Bezüglich der übrigen den Gegenstand dieser Abhandlung betreffenden Literatur verweise ich auf die Arbeit Bromanns.

Buchstabenerklärung.

(Auch für die Textfigurenabbildungen giltig.)

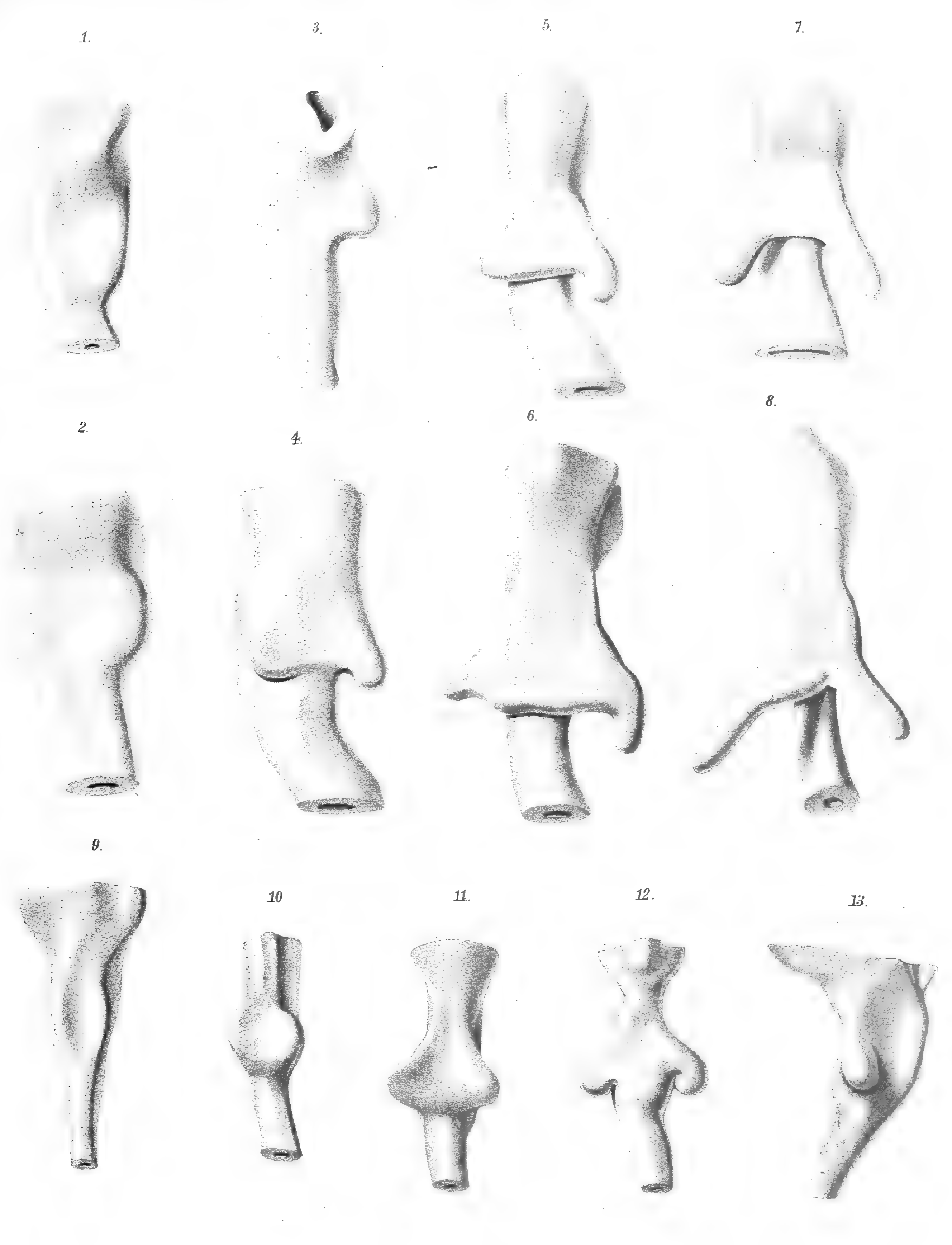
A. = Aorta.
At. = Atrium cordis.
B. c. = Bulbus cordis.
B. R. = Bifurkationsrinne.
D. = Darmrohr.
D. p. p. = Ductus pleuro-pericardiacus.
v. D. Pf. = vordere Darmpforte.
D. R. = Darmrinne.
G. = Gipfel des Recessus pulmo-hepaticus dexter.
H. F. = Hohlvenenfalte.
r., l. L. = rechte, linke Lunge.
r., l. L. A. = rechte, linke Lungenanlage.
r., l. L. B. = rechter, linker Lungenbuckel.
l. L. L. = linkes Lungenligament.
Le. = Leberanlage.
M. c. a. = Mesocardium anterius.
M. d. = Mesenterium dorsale.
Mg. = Magen.
Mi. = Milzanlage.
r., l. N. G. = rechtes, linkes Nebengekröse.
r., l. N. G. F. = rechte, linke Nebengekrösfalte.
Oe. = Oesophagus.
Pa. = Pankreasanlage.
r., l. P. B. = rechte, linke Peritonealbucht.
R. p. h. d. = Recessus pulmo-hepaticus dexter.
S. D. = Schlunddarm.
S. h. e. d., s. = Sulcus hepato-entericus dexter, sinister.
S. v. = Sinus venosus.
Th. = mittlere Schilddrüsenanlage.
V. c. = Ventriculus cordis.
V. u. = Vena umbilicalis.
V. o. m. d., s. = Vena omphalo-mesenterica dextra, sinistra.

Tafel I.

Tafel I.

Fig. 1 bis 8. Ventralansichten der Lungenanlagen von *Emys*embryonen (Vergr. 100fach), hergestellt nach Plattenmodellen. Die betreffenden Embryonen hatten eine Kopflänge von 1·44 (Fig. 1), 1·48 (Fig. 2), 1·48 (Fig. 3), 1·6 (Fig. 4), 1·82 (Fig. 5), 1·80 (Fig. 6), 1·86 (Fig. 7), 2·04 *mm* (Fig. 8).

Fig. 9 bis 13. Bilder der Lungenanlagen von Blindschleichenembryonen nach Plattenmodellen hergestellt. (Vergr. 100fach.) Fig. 9 bis 12 stellen Ventralansichten dar, Fig. 13 zeigt die Lungenanlage der Fig. 12 in der Ansicht von der Seite. Die Embryonen, nach denen die Modelle hergestellt wurden, hatten eine Kopflänge von 1·22 (Fig. 9), 1·32 (Fig. 10), 1·52 (Fig. 11), 1·54 (Fig. 11), 1·54 *mm* (Fig. 12 und 13).



Ebersberg delin.

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.

Tafel II.

Tafel II.

Fig. 14—15. Ventralansichten der Lungenanlagen von *Anguis*embryonen mit 1·64 und 1·78 *mm* Kopflänge, nach Plattenmodellen hergestellt. (Vergr. 100fach.)

Fig. 16 und 17. Rechte Seiten- und Ventralansicht des Lungendarmes eines Embryos von *Tropidonotus natrix* von 1·3 *mm* Kopflänge. (Nach einem Plattenmodell. Vergr. 100 fach.)

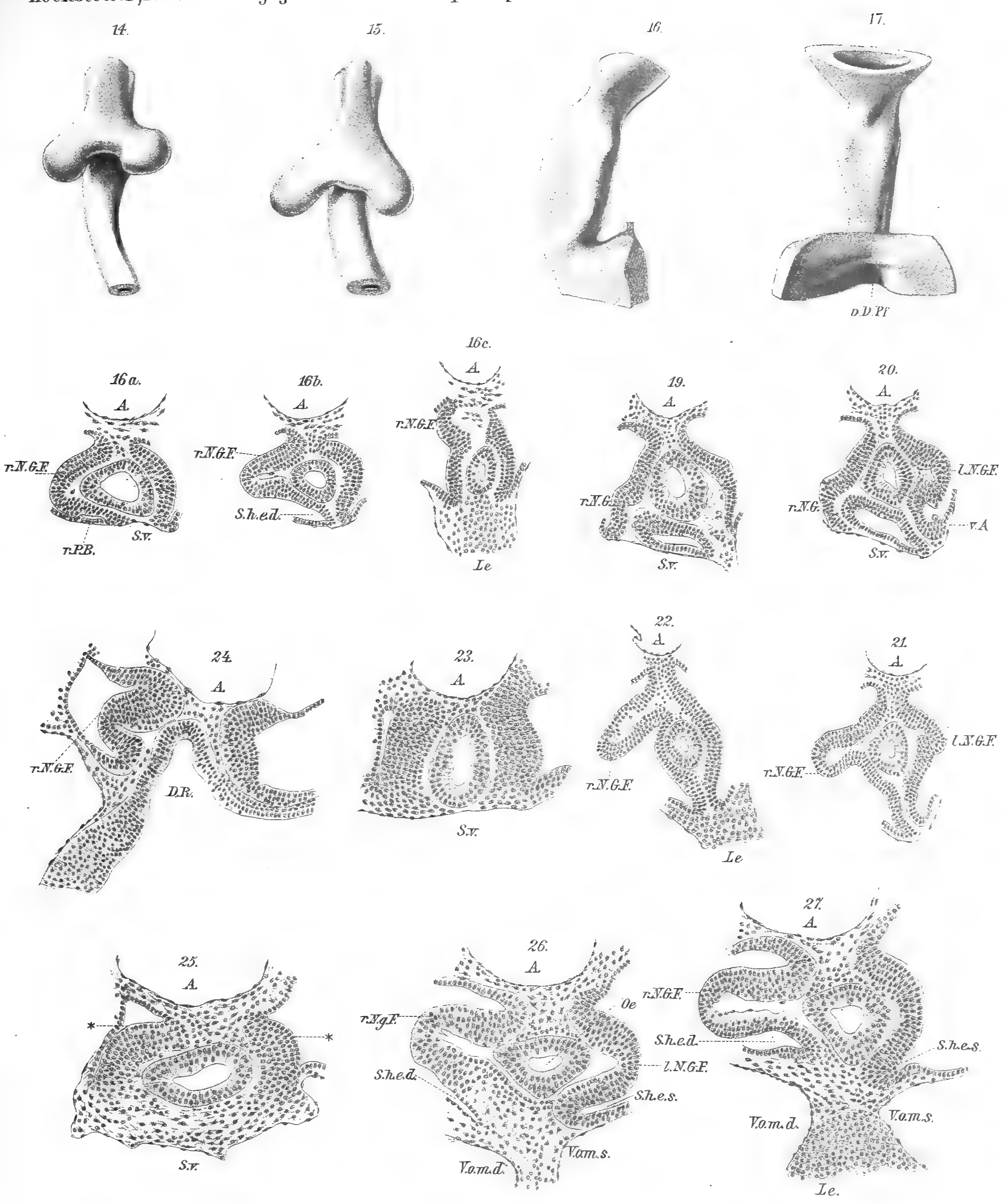
Fig. 18 *a, b. c.* Querschnitte durch den Vorderdarm und die Anlage des rechten Nebengekröses eines Embryos von *Lacerta agilis* mit 30 Urwirbeln, bei welchem die rechte Peritonealbucht eine Tiefe von 0·01 *mm* hatte. (Vergr. 150 fach.)

Fig. 19 bis 22. Querschnitte durch den Vorderdarm und die Anlage der Nebengekröse eines Embryos von *Lacerta agilis* mit 39 Urwirbeln, bei welchem die rechte Peritonealbucht eine Tiefe von 0·04 *mm* hatte. (Vergrößerung 150 fach.)

Fig. 23. Querschnitt durch den unmittelbar an den Lungendarm anschließenden Abschnitt des Vorderdarmes eines Embryo von *Tropidonotus natrix* von 1·3 *mm* Kopflänge. (Vergr. 150 fach.)

Fig. 24. Querschnitt durch die Darmrinne unmittelbar kaudal von der vorderen Darmpforte und durch die Anlage des rechten Nebengekröses desselben *Tropidonotus*embryos. (Vergr. 150 fach.)

Fig. 25 bis 27. Querschnitte durch den Vorderdarm und die Anlage der Nebengekröse eines Embryos von *Tropidonotus natrix* mit 1·6 *mm* Kopflänge. (Vergr. 150 fach.)



Ebersberg & F. Hochstetter delin.

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.

Tafel III.

Tafel III.

Fig. 28 bis 32. Querschnitte durch einen *Emys*embryo von 1·1 *mm* Kopflänge. (Vergr. 150fach.) Die Schnitte der Fig. 28 bis 30 treffen den Sinus venosus, der der Fig. 31 die Leberanlage und der der Fig. 32 ist kaudal von der vorderen Darmpforte geführt.

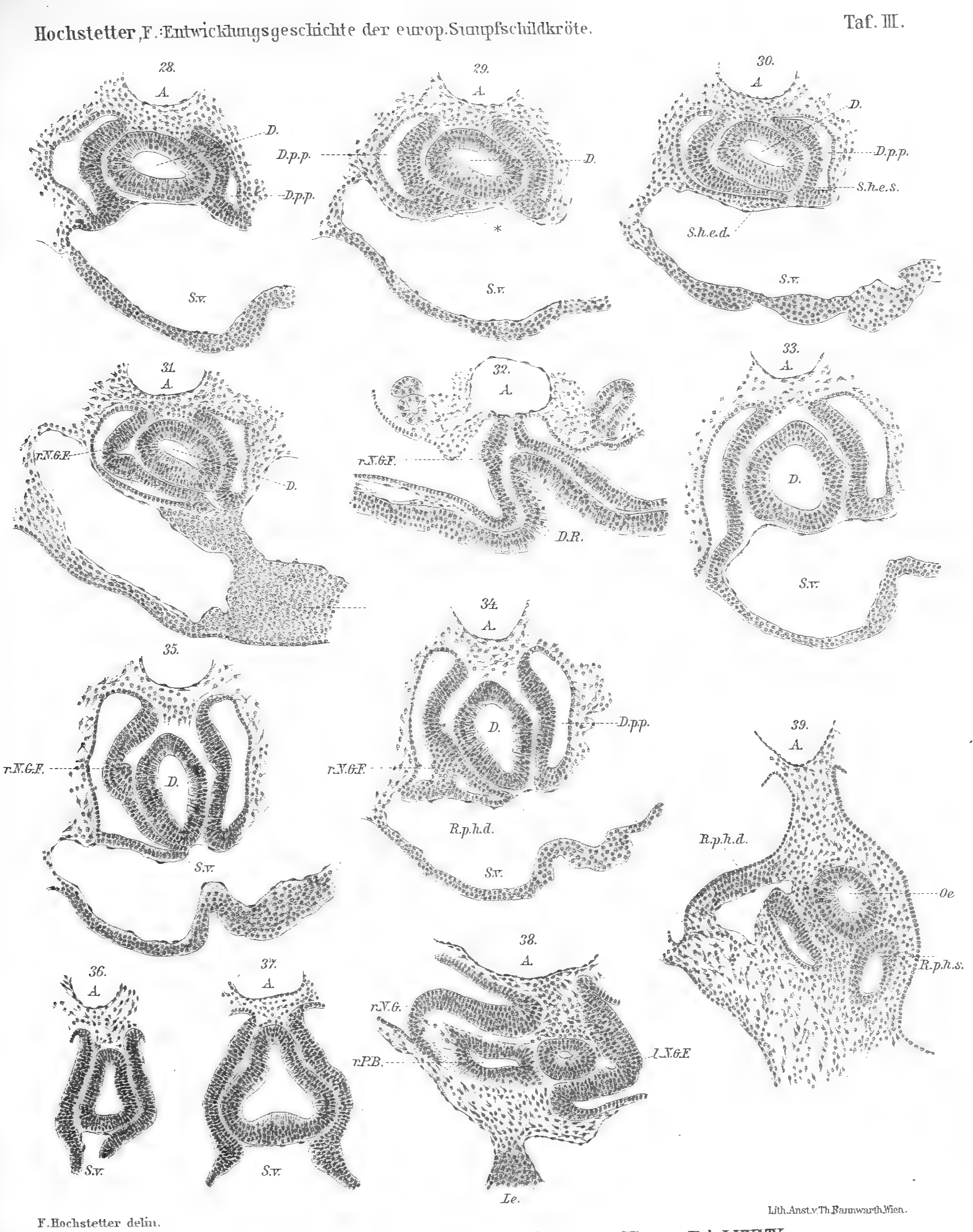
Fig. 33 bis 35. Querschnitte durch einen *Emys*embryo von 1·1 *mm* Kopflänge durch die Gegend des Sinus venosus geführt. (Vergr. 150fach.)

Fig. 36. Querschnitt durch den Lungendarm eines jungen Embryos von *Lacerta agilis*. (Verg. 150fach.)

Fig. 37. Querschnitt durch den Lungendarm eines etwas älteren Embryos von *Lacerta agilis*, mit bereits deutlich ausgebildeten Lungenaussackungen. (Vergr. 150fach.)

Fig. 38. Querschnitt durch die Gegend der rechten Peritonealbucht und des rechten Nebengekröses eines Embryo von *Tropidonotus natrix*. (Vergr. 150fach.)

Fig. 39. Querschnitt durch die Gegend der beiden Nebengekröse und der von ihnen begrenzten Buchten eines Embryos von *Coluber Aesculapii*. (Vergr. 150fach.)



F. Hochstetter delin.

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.

Tafel IV.

Tafel IV.

Fig. 40 und 41. Linke und rechte Seitenansicht eines Plattenmodells, die Verhältnisse der Lungen, der Leber, der Nebengekröse und der angrenzenden Organe eines *Emys*embryos von 2·04 *mm* Kopflänge darstellend. (Vergr. 150fach).

Fig. 42. Linke Seitenansicht eines Plattenmodells, die Verhältnisse der Lunge, der Leber, des Magens, des linken Nebengekröses und der angrenzenden Organe eines *Emys*embryo von 2·80 *mm* Kopflänge darstellend. (Vergr. 50fach.)

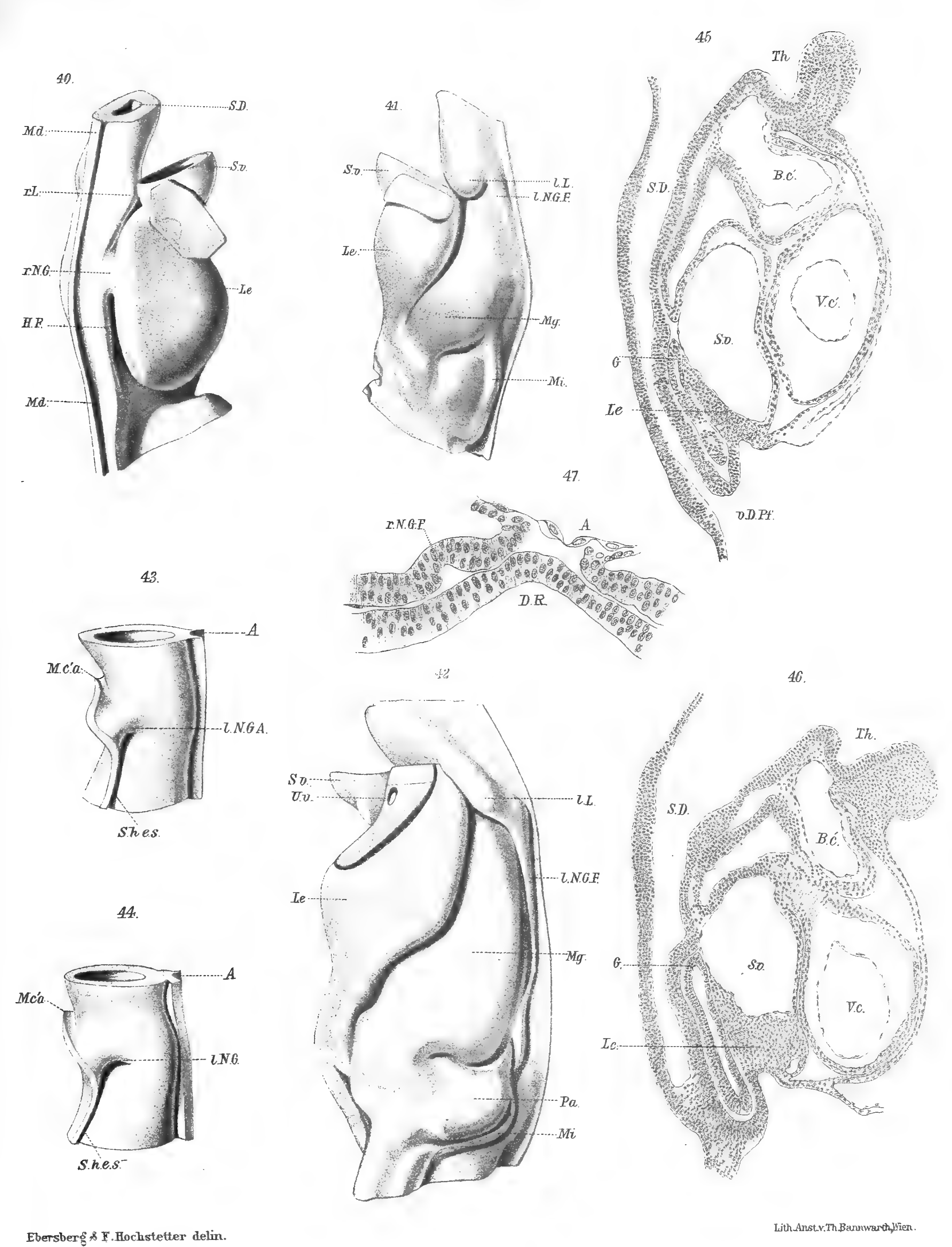
Fig. 43. Linke Seitenansicht eines Plaltenmodells, die Anlage des linken Nebengekröses eines *Emys*embryos von 1·44 *mm* Kopflänge darstellend. (Vergr. 100fach.)

Fig. 44. Linke Seitenansicht eines Plattenmodells, die Anlage des linken Nebengekröses eines *Emys*embryos von 1·44 *mm* Kopflänge darstellend. (Vergr. 100fach.)

Fig. 45. Medianer Sagittalschnitt durch das Herz und die angrenzenden Organe eines *Emys*embryos von 1·0 *mm* Kopflänge. (Vergr. 100fach.)

Fig. 46. Medianer Sagittalschnitt durch das Herz und die angrenzenden Organe eines *Emys*embryos von 1·10 *mm* Kopflänge. (Vergr. 100fach.)

Fig. 47. Querschnitt durch die Darmrinne eines *Emys*embryos von 0·99 *mm* Kopflänge. Mit der Anlage der Nebengekrösfalte. (Vergr. 300fach.)



Ebersberg & F. Hochstetter delin.

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.

DIE RÄUMLICHE VERTEILUNG

DER

METEOROLOGISCHEN ELEMENTE IN DEN ANTIZYKLONEN

(EIN BEITRAG ZUR ENTWICKLUNGSGESCHICHTE DER ANTIZYKLONEN)

VON

DR. STANISLAV HANZLÍK.

Mit 8 Textfiguren und 4 Tafeln.

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 19. MÄRZ 1908.

Die Streitfrage über die Temperaturverhältnisse der Zyklonen und Antizyklonen, mit welcher die Theorie dieser beiden Gebilde in engem Zusammenhange steht, ist bekannt. Prof. Hann[1], in seinem Referate über eine der letzten Arbeiten des Herrn Claytons, spricht sich über diese folgendermaßen aus:

»In Amerika will man bekanntlich die in Europa gefundenen höheren Temperaturen (der mittleren atmosphärischen Schichten) bis zu 5—6 *km* in den Antizyklonen gegenüber den Zyklonen (im Winterhalbjahre) nicht gelten lassen. Man gelangte zu den entgegengesetzten Resultaten. Es schien das um so sonderbarer, als von den europäischen Meteorologen[2] in dieser Hinsicht gelegentlich bearbeitete Temperaturbeobachtungen auf dem Pikes Peak (und zum Teil auf dem Mt. Washington) dieselben Resultate ergeben haben wie jene der europäischen Berggipfel. Die Abhandlung des Herrn Claytons: Various researches on the temperature in cyclones and anticyclones in temperate latitudes« gibt eine recht vollständige und vollkommen unparteiische Übersicht aller diesbezüglichen Arbeiten, von meiner (Hann'schen) Abhandlung in der »Meteorologischen Zeitschrift«, Bd. XI, p. 129, Mai 1876, angefangen bis zu den jüngsten Publikationen herab. Das allgemeine Ergebnis wird schließlich folgendermaßen hingestellt: Aus dem vorhandenen ist zu ersehen, daß die Untersuchungen von Hann, Dechevrens, Berson und Teisserenc de Bort zu dem Resultate führen, daß die Zyklonen durchschnittlich kälter sind als die Antizyklonen unterhalb 9 *km* — diese Grenze ist nach Prof. Hann zu hoch angesetzt — während die Untersuchungen von Harrington, Hazen, Rotch, Shaw, Dines und Clayton zu dem Schlusse führen, daß die Zyklonen durchschnittlich wärmer sind als die Antizyklonen.

---

[1] Meteorologische Zeitschrift 1905, p. 490.

[2] Hann, Meteorologische Zeitschrift, 1898, p. 58.

Diese Ergebnisse scheinen demnach im direkten Wiederspruch zu stehen. Wenn man aber die Resultate dieser 2 Gruppen von Untersuchungen vergleicht, so kommt ein Unterschied sehr in Betracht. Jene Forscher, welche die Zyklonen kälter gefunden haben als die Antizyklonen, haben die Temperatur in Beziehung auf den Luftdruck ohne Rücksicht auf die Zeit in Betracht gezogen, während jene, welche die Zyklonen wärmer gefunden haben, die Temperatur in Beziehung auf Maxima und Minima des Luftdruckes genommen haben (mit Ausnahme von Rotch). Weshalb diese zwei Methoden zu verschiedenen Resultaten führen, ist schwer einzusehen.«

Soweit mein Auszug aus dem Referate Prof. Hann's über die Arbeit des Herrn Clayton.

Man sieht daraus, daß mit den Resultaten der europäischen Meteorologen betreffs der Temperatur der Zyklonen und Antizyklonen nur diejenigen von Rotch streng vergleichbar sind, da sie auf derselben Grundlage bearbeitet wurden. Diese summiert Clayton in seiner oben erwähnten Arbeit folgendermaßen: »The results show that with pressure above normal the temperature averages 2°1 F. below normal, and with pressure below normal the temperature averages 2°1F. above normal. . . . This result indicates that the temperature up to 3*km* averages about 4°2F. colder in anticyclones than in cyclones at Blue Hill.«

Die über Blue Hill hinwegziehenden Antizyklonen sind also kalt, die europäischen — ich will hinzufügen: meist stationären — Antizyklonen sind warm. Prof. Hann hat, wie oben zitiert, gezeigt

Wind-

		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE
Jänner	Min.	— 30·0	— 24·4	— 29·4	— 28·8	— 16·8	— 15·6	— 21·4	— 14·6
	Max.	— 3·6	— 7·0	— 5·2	— 5·8	— 8·4	— 6·5	— 7·8	?
	Ampl.	**26·4**	**17·4**	**24·2**	**23·0**	**8·4**	**9·1**	**13·6**	?
Febr.	Min.	— 29·2	— 31·5	— 28·2	— 30·6	— 26·4	— 17·2	— 20·8	— 10·6
	Max.	— 7·2	— 5·8	— 5·8	— 7·6	— 6·4	— 12·4	— 9·2	?
	Ampl.	**22·0**	**25·7**	**22·4**	**23·0**	**20·0**	**4·8**	**11·6**	?
März	Min.	— 22·2	— 23·6	— 29·2	— 30·2	— 28·8	— 26·8	?	?
	Max.	— 7·2	— 3·6	— 6·0	— 6·4	— 10·2	— 6·4	?	?
	Ampl.	**15·0**	**20·0**	**23·2**	**23·8**	**18·6**	**20·4**	?	?
April	Min.	— 22·6	— 19·0	— 21·8	— 16·2	— 19·6	?	?	?
	Max.	— 3·0	— 5·4	— 6·2	— 6·8	— 5·0	?	?	?
	Ampl.	**19·6**	**13·6**	**15·6**	**9·4**	**14·6**	?	?	?
Mai	Min.	— 11·2	— 13·4	— 14·0	?	?	?	?	?
	Max.	— 2·8	+ 4·0	— 1·8	?	?	?	?	?
	Ampl.	**8·4**	**17·4**	**12·2**	?	?	?	?	?
Juni	Min.	— 9·6	— 9·4	— 11·4	— 11·3	— 8·6	?	?	?
	Max.	+ 0·8	+ 5·0	+ 1·4	+ 1·4	— 2·0	?	?	?
	Ampl.	**10·4**	**14·4**	**12·8**	**12·7**	**6·6**	?	?	?

daß die über Rocky Mountains stationierenden Antizyklonen warm sind. Man frägt: Hat auch Europa Antizyklonen, die dem Typus der kalten amerikanischen Antizyklonen entsprechen, und sind zweitens diese »kalten und »warmen« Antizyklonen zwei verschiedene Typen des antizyklonalen Wirbels oder sind sie bloß zwei verschiedene Phasen in der Entwicklungsgeschichte einer und derselben Antizyklone? Zweck dieser Arbeit ist ein Versuch, diese Fragen zu beantworten.

Ich bin folgendermaßen verfahren:

Aus den täglichen Wetterkarten der Wiener Meteorologischen Zentralanstalt für die Jahre von 1887 bis 1905 inkl. sind alle Tage notiert, an welchen am Morgentermin die Station Sonnblick im Gebiete einer Antizyklone innerhalb der auf das Meeresniveau reduzierten 760*mm*-Isobare sich befand. Für diese Tage habe ich die Temperatur und Windrichtung auf dem Sonnblick notiert und die Temperaturangaben nach den Windrichtungen für die einzelnen Monate geordnet. Die Extreme der beobachteten Temperaturen für jede Windrichtung und jeden Monat der oben erwähnten Periode, 1887—1905, geben folgende Tabelle:

richtungen.

		S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C
Jänner	Min.	— 24·8	— 17·6	— 21·4	— 16·8	— 13·0	— 17·6	— 31·5	— 24·6	— 17·6
	Max.	— 7·0	— 10·0	— 5·1	— 6·4	— 4·8	— 3·6	— 5·5	— 1·8	— 5·0
	Ampl.	**17·8**	**7·6**	**16·3**	**10·4**	**8·2**	**14·0**	**26·0**	**22·8**	**12·6**
Febr.	Min.	— 19·6	— 19·2	— 16·6	— 15·0	— 21·4	— 20·2	— 20·8	— 29·2	— 17·2
	Max.	— 1·9	— 6·5	— 2·2	— 3·4	— 9·2	— 11·6	— 2·7	— 4·0	— 9·3
	Ampl.	**17·7**	**12·7**	**14·4**	**11·6**	**12·2**	**8·6**	**18·1**	**25·2**	**7·9**
März	Min.	— 12·0	— 13·0	— 21·8	— 18·2	— 16·4	— 24·8	— 17·5	— 32·6	— 13·8
	Max.	— 6·0	— 7·0	— 7·6	— 3·4	— 2·8	?	— 2·8	— 5·3	— 2·2
	Ampl.	**6·0**	**6·0**	**14·2**	**14·8**	**13·6**	?	**14·7**	**27·3**	**11·6**
April	Min.	?	— 12·4	?	— 15·6	?	— 19·6	— 16·4	— 12·6	— 12·2
	Max.	?	— 6·6	?	— 7·0	— 4·0	— 8·4	— 5·4	— 7·6	?
	Ampl.	?	**5·8**	?	**8·6**	?	**11·2**	**11·0**	**5·0**	?
Mai	Min.	?	?	?	?	— 14·4	— 9·2	— 10·2	— 17·6	— 8·4
	Max.	?	?	?	?	+ 1·8	— 2·4	+ 2·0	— 3·6	— 1·7
	Ampl.	?	?	?	?	**16·2**	**6·8**	**12·2**	**14·0**	**6·7**
Juni	Min.	— 3·8	?	— 2·6	— 9·2	— 2·0	— 6·2	— 9·0	— 7·4	— 1·0
	Max.	+ 0·2	?	+ 2·2	+ 1·2	+ 6·4	— 1·6	— 0·4	+ 6·1	+ 4·2
	Ampl.	**4·0**	?	**4·8**	**10·4**	**8·4**	**4·6**	**8·6**	**13·5**	**5·2**

		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE
Juli	Min.	— 7·6	— 8·6	— 9·0	— 5·6	— 5·2	?	?	?
	Max.	+ 5·0	+ 3·8	+ 7·8	+ 5·2	+ 1·6	?	?	?
	Ampl.	**12·6**	**12·4**	**16·8**	**10·8**	**6·8**	?	?	?
Aug.	Min.	— 8·6	— 9·4	— 7·6	?	?	?	?	?
	Max.	+ 8·0	+ 3·0	+ 3·6	?	?	?	?	?
	Ampl.	**16·6**	**12·4**	**11·2**	?	?	?	?	?
Sept.	Min.	— 13·2	— 10·0	— 14·8	— 15·8	— 8·4	?	— 11·6	— 2·8
	Max.	+ 4·4	+ 4·8	+ 5·8	+ 4·2	+ 1·6	+ 4·4	+ 3·0	+ 2·4
	Ampl.	**17·6**	**14·8**	**20·6**	**20·0**	**10·0**	?	**14·6**	**5·2**
Okt.	Min.	— 18·6	— 20·4	— 24·4	— 19·6	— 19·4	— 22·6	(— 14·4)	(— 13·0)
	Max.	+ 1·4	0·0	— 1·4	— 2·0	— 1·0	— 6·0	(— 2·8)	(— 1·8)
	Ampl.	**20·0**	**20·4**	**23·0**	**17·6**	**18·4**	**16·6**	(11·6)	(11·2)
Nov.	Min.	— 17·4	— 18·8	— 19·2	(— 9·8)	— 24·6	?	?	?
	Max.	— 3·8	+ 0·4	— 2·1	(— 6·1)	— 4·6	?	?	?
	Ampl.	**13·6**	**19·2**	**17·1**	(3·7)	**20·0**	?	?	?
Dez.	Min.	— 28·6	— 24·2	— 16·6	— 20·8	— 23·4	— 22·6	— 17·5	— 21·0
	Max.	— 2·5	— 3·4	— 3·5	(— 7·8)	— 3·1	?	(— 7·6)	— 6·2
	Ampl.	**26·1**	**20·8**	**13·1**	**13·0**	**20·3**	?	**9·9**	**14·8**

Diese Tabelle lehrt, daß die größten Extreme der Temperaturen bei nördlichen Winden, also an der Frontseite der Antizyklonen vorkommen können. Die Differenz zwischen den extremen Temperaturen für jede Windrichtung und jeden Monat wurde in vier gleiche Temperaturintervalle geteilt und je nach dem wurde die Luftströmung als »kalte«, »mäßig kalte«, »mäßig warme« und »warme« bezeichnet. Mit dieser Bezeichnung ging ich in das Verzeichnis der Antizyklonen zurück und konnte auf diese Weise die termische Beschaffenheit der in Europa auftretenden Antizyklonen binnen der betrachteten Frist 1887 bis 1905 folgendermaßen klassifizieren:

1. »Kalte« Antizyklonen. 2. »warme« Antizyklonen.« 3. »kalte« Antizyklonen. die sich in »warme« Antizyklonen verwandeln. (Der entgegengesetzte Prozeß, Verwandlung einer warmen Antizyklone in eine kalte, ist äußerst selten.)

Es zerfallen also die über Europa hinwegziehenden oder hier stationierenden Antizyklonen in zwei Gruppen: »kalte« und »warme« Antizyklonen.

Auf Grund des Beobachtungsmateriales von den Bergobservatorien, von der freien Atmosphäre und Cirrusbeobachtungsstationen wurde die Verteilung der meteorologischen Elemente — für Winter- und Sommerhälfte getrennt — in beiden Typen der Antizyklonen berechnet. Das Gebiet jeder Antizyklone wurde in acht Sektoren, N, NE u. s. w., und jeder dieser Sektoren wieder nach den 5*mm*-Druckstufen von 760 bis 785*mm* geteilt. In bezug auf diese Verteilung wurden dann die Koordinaten jedes benützten Beobachtungsortes, d. i. der Bergobservatorien, der Drachenstationen, der Cirrusbeobachtungsstationen etc., bestimmt, das Material den Publikationen der betreffenden Stationen entnommen und Mittel gebildet.

		S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	C
Juli	Min.	?	?	— 1·0	?	— 3·6	— 1·6	— 8·0	— 5·8	— 5·4
	Max.	?	?	+ 4·6	?	+ 2·2	+ 3·6	+ 5·3	+ 5·6	+ 7·0
	Ampl.	?	?	**5·6**	?	**5·8**	**5·2**	**13·3**	**11·4**	**12·4**
Aug.	Min.	?	?	— 2·4	+ 0·2	— 1·2	— 5·4	— 7·2	— 7·8	— 1·0
	Max.	?	?	+ 4·8	+ 5·4	+ 7·8	+ 3·8	+ 6·8	+ 5·0	+ 3·8
	Ampl.	?	?	**7·2**	**5·2**	**9·0**	**9·2**	**14·0**	**12·8**	**4·8**
Sept.	Min.	— 3·6	— 2·2	— 3·4	+ 1·4	— 5·8	— 5·0	— 13·4	— 10·2	— 8·2
	Max.	+ 3·4	+ 3·2	+ 4·8	+ 4·0	+ 6·6	+ 3·2	+ 3·8	+ 2·8	+ 4·5
	Ampl.	**7·0**	**5·4**	**8·2**	**2·6**	**12·4**	**8·2**	**17·2**	**13·0**	**12·7**
Okt.	Min.	(— 7·4)	(— 8·2)	— 12·4	— 10·8	— 10·9	— 11·4	— 19·0	— 15·6	?
	Max.	(— 4·2)	(— 0·6)	+ 1·4	— 0·2	+ 1·2	— 2·4	+ 2·0	0·0	+ 1·4
	Ampl.	(3·2)	(7·6)	**13·8**	**10·6**	**12·1**	**9·0**	**21·0**	**15·6**	?
Nov.	Min.	— 14·2	— 14·4	— 14·1	(— 5·8)	— 15·8	— 11·6	— 20·2	— 16·6	— 9·2
	Max.	— 5·6	— 2·0	— 1·2	(+ 1·0)	+ 1·0	— 3·0	— 2·0	+ 0·8	— 2·5
	Ampl.	**8·6**	**12·4**	**12·9**	(6·8)	**16·8**	**8·6**	**18·2**	**17·4**	**6·7**
Dez.	Min.	— 15·0	— 17·0	— 15·4	— 17·0	— 22·0	— 20·3	— 26·6	— 25·2	?
	Max.	— 5·8	— 6·0	— 4·6	— 2·4	— 5·5	— 5·6	— 3·2	— 5·4	— 4·3
	Ampl.	**9·2**	**11·0**	**10·8**	**14·6**	**16·5**	**14·7**	**23·4**	**19·8**	?

Die Arbeit zerfällt in folgende Abteilungen: *A.* Europäische Bergobservatorien, *B.* Freie Atmosphäre, *C.* Cirrusstationen, *D.* Amerikanische Bergobservatorien.

A. Die europäischen Bergobservatorien.

Die gewählten Bergobservatorien in Europa waren folgende:

Sonnblick[1] .	3106 *m*	47°	3′ nördl. Br.,	12°	57′ östl. v. Gr.	Jahre	1887—1905 inkl.
Pic du Midi .	2859 »	42	50 » »	0	8 » » »	»	1887—1905 »
Säntis . . .	2500 »	47	15 » »	9	20 » » »	»	1887—1905 »
Obir	2147 »	46	30 » »	14	29 » » »	»	1887—1905 »
Bjelašnica. .	2067 »	43	42 » »	18	15 » » »	»	1895—1903 »
Mt. Ventoux	1900 »	44	10 » »	5	17 » » »	»	1889—1905 »
Schneekoppe	1603 »	50	44 » »	15	44 » » »	»	1887—1905 »
Belchen . .	1394 »	47	53 » »	7	6 » » »	»	1890—1905 »
Ben Nevis .	1343 »	56	48 » »	5	0 west. » »	»	1887—1897 »
Brocken .	1143 »	51	48 » »	10	37 östl. » »	»	1896—1904 »

[1] Zur Ergänzung der Windbeobachtungen auf dem Sonnblick wurden einige Daten der Zugspitze entnommen. NSektor, Druckstufen 760—765, 765—760 *mm*.

Für jede dieser Stationen wurden für Luftdruck, Temperatur, Feuchtigkeit, Bewölkung, Windrichtung und Geschwindigkeit Mittel gebildet. Es hat also jedes Observatorium vier Gruppen von Mitteln: für das Winterhalbjahr und für das Sommerhalbjahr und jedes Halbjahr für »kalte« und für »warme« Antizyklone. Jeder dieser vier Gruppen schicke ich eine Tabelle »des Gewichtes« der Mittelwerte voran, die zeigt, aus wie vielen Fällen der Mittelwert beliebiger Druckstufe in beliebigem Sektor berechnet wurde. Es ist klar, daß für alle Bergstationen das Beobachtungsmaterial nicht gleichmäßig um das Zentrum der Antizyklone verteilt werden kann, z. B. bei dem Pic du Midi sind bloß südliche und westliche Sektoren vertreten, bei den preußischen Stationen Brocken und Schneekoppe meistens nördliche Sektoren u. s. w.

Die Mittelwerte der verschiedenen meteorologischen Elemente für die Bergobservatorien.

Luftdruck. Die Mittelwerte für Luftdruckverteilung im Niveau der Observatorien für »kalte« und »warme« Antizyklonen der beiden Jahreshälften geben sehr rohe Werte, so daß man aus denselben wenige Schlüsse ziehen kann. Die Anzahl der Beobachtungsjahre ist für das Gewinnen guter Mittelwerte des Luftdruckes zu klein.

Sonnblick.

3106 *m*; 47° 3′ nördl. Br., 12° 57′ östl. v. Gr.

Winter-

Kalte Antizyklone.

mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Gewicht (Zahl der Beobachtungen)								
785/780	—	—	2	—	1	1	—	—
780/775	—	—	4	6	5	10	1	—
775/770	—	3	9	12	10	18	9	—
770/765	—	1	14	12	4	9	5	1
765/760	1	1	1	—	1	1	2	—
Luftdruck (500 *mm* +)								
785/780	—	—	17·6	—	18·2	21·2	—	—
780/775	—	—	17·3	17·0	17·5	19·0	25·3	—
775/770	—	12·3	16·6	16·8	14·4	16·9	19·2	—
770/765	—	11·4	13·7	13·0	12·6	12·1	16·1	12·2
765/760	16·4	10·2	13·4	—	2·4	12·7	11·3	—
Temperaturabweichung (von —11°2)								
785/780	—	—	— 13·0	—	— 14·2	— 9·8	—	—
780/775	—	—	— 11·0	— 12·3	— 9·0	— 8·2	+ 0·4	—
775/770	—	— 13·0	— 8·3	— 7·5	— 10·2	— 7·8	— 3·9	—
770/765	—	— 10·6	— 8·1	— 7·5	— 10·9	— 7·7	— 1·7	— 6·4
765/760	+ 3·8	— 8·9	— 2·2	—	— 19·0	— 6·0	— 3·6	—

Temperatur. Die Temperaturmittelwerte sind in Abweichungen von der mittleren Temperatur des Morgentermins (meist 7^h a. m.) der kalten, beziehungsweise der warmen Jahreshälfte der betrachteten Reihe von Jahren gegeben.

Feuchtigkeit. Je nach dem Observatorium kommen Mittelwerte der relativen Feuchtigkeit, absoluten Feuchtigkeit oder des Dunstdruckes vor.

Bewölkung. Die Bewölkung ist nach der Skala 0—10 gegeben; für Ben Nevis ist Nebel als Bewölkung 10 zum Mittelbilden herangezogen worden.

Windrichtung und Geschwindigkeit. Die Windgeschwindigkeit ist auf den Bergobservatorien nach der Beaufort-Skala angegeben; diese Angaben wurden in m. p. s. verwandelt. Für österreichische Stationen (Obir, Sonnblick) benützte ich die zehnteilige Skala (Hann), für alle anderen, Pic du Midi und Ventoux ausgenommen, die zwölfteilige Skala (Curtis). Die Windangaben der zwei letztgenannten Observatorien sind den französischen Wetterkarten — die die telegraphische Skala 0—9 benützen — entnommen und nach Angot's »Instructions meteorologiques« in m. p. s. verwandelt. Aus den auf solche Weise gewonnenen Angaben sind — nach dem Parallelogramme der Kräfte — die mittleren Windrichtungen und Geschwindigkeiten berechnet. Die Windrichtungen sind in den Tabellen von den 4 Hauptrichtungen N, E, S und W in ganzen Graden im Sinne des Uhrzeigers gegeben und auch graphisch — für die Winterhälfte — dargestellt. [Siehe beiliegende Tafeln.]

Sonnblick.

3106 *m*; 47° 3′ nördl. Br., 12° 57′ östl. v. Gr.

hälfte.

Warme Antizyklone.

mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
				Gewicht (Zahl der Beobachtungen)				
785/780	—	—	5	1	8	6	6	9
780/775	—	1	20	8	19	19	20	23
775/770	1	4	20	17	6	15	35	17
770/765	1	—	4	8	9	4	21	9
765/760	1	—	—	1	2	2	3	2
				Luftdruck (500 *mm* +)				
785/780	—	—	28·3	33·2	28·9	27·2	30·0	31·0
780/775	—	26·6	26·2	25·6	26·0	26·9	25·8	27·0
775/770	23·6	25·0	23·8	23·0	24·7	24·1	24·3	24·3
770/765	22·0	—	23·0	22·2	21·9	23·1	23·7	22·9
765/760	19·8	—	—	15·9	16·3	15·7	18·1	18·7
				Temperaturabweichung (von —11°2)				
785/780	—	—	+ 3·0	+ 10·2	+ 3·2	+ 1·6	+ 5·2	+ 6·0
780/775	—	+ 6·0	+ 4·1	+ 3·1	+ 3·3	+ 4·2	+ 3·8	+ 4·4
775/770	+ 3·7	+ 3·5	+ 4·6	+ 2·7	+ 4·5	+ 4·6	+ 3·9	+ 3·9
770/765	+ 4·2	—	+ 5·9	+ 5·6	+ 4·6	+ 7·1	+ 7·0	+ 5·9
765/760	+ 4·7	—	—	+ 0·2	— 0·6	— 0·4	+ 4·3	+ 4·1

mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
				Relative Feuchtigkeit				
785/780	—	—	83	—	90	90	—	—
780/775	—	—	87	93	79	80	80	—
775/770	—	86	90	87	78	84	74	—
770/765	—	90	90	90	94	88	92	92
765/760	26	83	79	—	85	83	100	—
				Bewölkung				
785/780	—	—	10	—	4	0	—	—
780/775	—	—	7	9	2	4	4	—
775/770	—	7	8	7	5	4	1	—
770/765	—	1	8	8	7	6	7	0
765/760	0	7	0	—	10	2	10	—
			Wind (Richtung und Geschwindigkeit m. p. s.)					
785/780	—	—	N 14 E 6·7	—	E 10·5	E 68 S 5·5	—	—
780/775	—	—	N 59 E 6·0	N 32 E 13·4	N 47 E 7·3	N 55 E 6·1	S 45 W 3·5	—
775/770	—	W 85 N 8·7	W 67 N 6·8	N 12 E 9·7	N 25 E 7·2	N 61 E 2·5	S 38 W 2·2	—
770/765	—	S 45 W 22·5	W 85 N 6·4	W 89 N 8·3	W 48 N 6·5	E 73 S 5·0	S 34 W 6·5	W 68 N 10·5
765/760	W 23 N 22·5	W 68 N 3·5	W 68 N 3·5	—	N 68 E 16·5	E 23 S 3·5	S 38 W 12·1	—

Sonnblick.

Sommer-

Kalte Antizyklone.

mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
				Gewicht (Zahl der Beobachtungen)				
775/770	—	1	7	14	3	2	2	—
770/765	1	1	25	30	6	4	3	3
765/760	—	—	11	1	—	1	—	—
				Luftdruck (500 *mm* +)				
775/770	—	21·0	21·9	25·0	22·6	22·4	28·8	—
770/765	25·0	9·4	21·0	21·4	22·4	25·8	20·8	24·2
765/760	—	—	20·1	23·4	—	19·1	—	—

mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Relative Feuchtigkeit								
785/780	—	—	69	26	62	49	22	43
780/775	—	20	63	55	53	59	45	54
775/770	44	78	63	62	53	50	61	66
770/765	58	—	80	75	67	51	64	75
765/760	39	—	—	100	62	38	60	57
Bewölkung								
785/780	—	—	6	0	3	1	0	1
780/775	—	0	4	3	2	2	1	2
775/770	1	2	5	3	2	1	2	1
770/765	2	—	7	3	3	4	3	5
765/760	7	—	—	3	7	3	5	2
Wind (Richtung und Geschwindigkeit m. p. s.)								
785/780	—	—	N 38 E 8·9	N 45 E 5·5	N 18 E 5·5	N 14 E 5·4	E 4 S 1·6	W 61 N 2·7
780/775	—	N 45 E 5·5	W 79 N 8·9	N 31 E 9·9	N 19 E 5·7	N 16 E 4·1	N 26 E 2·5	W 79 N 0·5
775/770	S 45 W 8·0	W 62 N 3·5	W 72 N 10·0	N 22 E 10·4	N 77 E 4·2	N 2 E 5·2	S 34 W 3·1	W 25 N 2·5
770/765	S 45 W 2·0	—	W 79 N 12·1	N 16 E 2·5	N 57 E 2·0	N 45 E 2·0	S 49 W 3·9	S 70 W 5·6
765/760	S 68 W 5·5	—	—	N 68 E 10·5	W 75 N 7·5	N 4·5	S 68 W 5·1	S 61 W 5·7

hälfte.

Sonnblick.

Warme Antizyklone.

mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Gewicht (Zahl der Beobachtungen)								
775/770	—	—	4	8	3	7	7	1
770/765	1	5	4	47	17	17	21	2
765/760	1	2	1	2	3	2	4	—
Luftdruck (500 *mm* +)								
775/770	—	—	27·7	28·9	30·9	29·2	30·0	23·5
770/765	20·8	30·5	27·5	27·6	26·5	28·5	29·2	27·2
765/760	33·4	29·4	25·7	25·0	22·1	26·7	27·9	—

mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Temperaturabweichung (von —3°0)								
775/770	—	— 10·4	— 8·4	— 4·5	— 6·7	— 8·9	— 0·1	—
770/765	+ 0·6	— 19·6	— 5·6	— 6·1	— 4·9	— 2·3	— 7·4	— 2·3
765/760	—	—	— 3·9	— 2·4	—	— 8·6	—	—
Relative Feuchtigkeit								
775/770	—	95	93	82	82	77	55	—
770/765	—	82	92	90	86	72	88	91
765/760	—	—	96	95	—	100	—	—
Bewölkung								
775/770	—	10	7	7	8	1	0	—
770/765	1	10	8	8	7	1	5	1
765/760	—	—	9	10	—	2	—	—
Wind (Richtung und Geschwindigkeit m. p. s.)								
775/770	—	N 23 E 3·5	N 1 E 5·4	N 13 E 5·0	E 4 S 2·9	N 81 E 6·6	E 83 S 6·1	—
770/765	S 45 W 10·5	N 2·0	N 17 E 6·6	N 8 E 7·5	N 14 E 5·2	N 78 E 2·8	S 63 W 6·7	W 19 N 4·6
765/760	—	—	W 71 N 8·1	W 68 N 10·5	—	W 45 N 8·0	—	—

Luftdruckverteilung. Im Niveau des Sonnblicks in den beiden Antizyklonen, der kalten und der warmen, deutlicher in der Winter- als in der Sommerhälfte, nimmt der Druck nach innen zu. Der höchste Druck in der warmen Winterantizyklone scheint aber nicht oberhalb des höchsten Luftdruckes im Meeresniveau zu liegen, sondern gegen die W- und NW-Sektoren verschoben. Diese Anschauung findet auch eine Unterstützung in der Verteilung der Windrichtungen am Sonnblick in dieser Antizyklone, wie wir später sehen werden. Über die Verteilung des Druckes in der kalten Winterantizyklone läßt sich nichts Bestimmtes sagen. Der tiefste Druck in der Umgebung der kalten Antizyklone für das Sonnblickniveau ist wahrscheinlich außerhalb des NE-Sektors zu suchen.

Temperatur. Die mittlere Temperatur am Sonnblick für 7^h a. m. habe ich für die betrachtete Frist 1887—1905 auf —11°2 C für die Winterhälfte und auf —3°0 C für die Sommerhälfte berechnet.

Bei dem Studium der Temperaturverteilung für ein beliebiges Niveau der Antizyklone ist es vom Interesse zu wissen, in welchen Sektoren und Druckstufen sich das Gebiet der kleinsten und der größten Temperaturabweichung befindet. Da die Haupttabellen der Temperaturabweichungen manchmal ziemlich rohe Werte darstellen, habe ich Mittelwerte für einzelne Sektoren — ohne Rücksicht auf die Druckstufen — dann für einzelne Druckstufen (je 5*mm*) — ohne Rücksicht auf die Sektoren — gebildet, um die Lage der kleinsten und der größten Abweichung in dem Gebiete der Antizyklone zu bestimmen. Bei diesem Mittelbilden wurde immer das Gewicht des Mittelwertes beliebiger Druckstufe eines beliebigen Sektors in seiner Beziehung zur Luftdruckverteilung berücksichtigt und die auffallend abweichenden Mittelwerte — manchmal bloß Einzelnwerte — außer acht gelassen. In einigen Sektoren sind auf diese Weise auch zwei

mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Temperaturabweichung (von —3°0)								
775/770	—	—	— 0·6	+ 3·7	+ 4·2	+ 2·7	+ 4·2	+ 0·8
770/765	— 1·4	+ 7·2	+ 4·0	+ 3·5	+ 1·8	+ 4·7	+ 5·8	+ 3·9
765/760	+ 12·0	+ 4·3	+ 2·6	+ 4·9	— 0·5	+ 6·4	+ 6·4	—
Relative Feuchtigkeit								
775/770	—	—	77	64	76	33	57	98
770/765	98	74	77	75	81	60	68	84
765/760	80	58	84	76	75	62	68	—
Bewölkung								
775/770	—	—	3	3	5	2	4	2
770/765	10	1	7	4	4	2	2	2
765/760	0	0	2	5	2	5	1	—
Wind (Richtung und Geschwindigkeit m. p. s.)								
775/770	—	—	W 74 N 4·5	N 10 E 2·0	N 23 E 2·2	N 26 E 3·2	N 8 E 1·8	0·0
770/765	N 3·5	S 61 W 2·5	N 52 E 3·9	N 1 E 3·5	N 3·5	S 65 W 1·6	W 28 N 1·3	S 80 W 1·9
765/760	S 45 W 5·5	S 45 W 15·2	N 23 E 3·5	W 28 N 3·7	N 16 E 1·7	E 45 S 2·5	S 64 W 3·4	—

Werte abgeleitet worden. So habe ich bei allen Bergobservatorien verfahren. Es handelte sich mir in allen Fällen der Temperaturabweichungen nie um den absoluten Betrag der Abweichung, sondern immer um relative Werte.

Winterhälfte.

Mittlere Abweichungen der Temperatur für verschiedene Sektoren.

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Kalte Antizyklone	(+ 3·8) ?	—10·8* (—13·0)	— 8·5 (—10·1)	— 9·1	—10·0 (—12·7)	— 7·9	— 3·9* (— 2·2)	— 6·4
Warme »	+ 3·7 (+ 4·2)	+ 3·5	+ 4·9 (+ 4·4)	+ 3·8 (+ 2·9)	+ 3·0* (+ 3·9)	+ 3·4 (+ 4·4)	+ 4·8 (+ 5·0)	+ 4·9* (+ 5·0)

Mittlere Abweichungen der Temperatur für verschiedene Druckstufen.

	785/780	780/775	775/770	770/765	765/760
Kalte Antizyklone	— 12·3	— 10·1	— 8·5	— 7·6	— 6·0 (— 3·4)
Warme Antizyklone . . .	+ 3·8	+ 4·0	+ 3·9	+ 5·8	+ 2·1

Sommerhälfte.

Mittlere Abweichungen der Temperatur für verschiedene Sektoren.

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Kalte Antizyklone . . .	+ 0·6?	— 15·0* (— 10·4)	— 6·0	— 4·3 (— 5·8)	— 5·8	— 6·6 (— 5·6)	— 3·8	— 2·3*
Warme Antizyklone .	+ 5·3	+ 5·7*	+ 2·0	+ 4·0	+ 1·8*	+ 4·6	+ 5·5	+ 2·3 (— 3·9)

Mittlere Abweichungen der Temperatur für verschiedene Druckstufen.

	775/770	770/765	765/760
Kalte Antizyklone . . .	— 6·5	— 6·0	— 4·0
Warme Antizyklone. . .	+ 2·8 (+ 3·5)	+ 4·4	+ 4·0

Die kalten Antizyklonen der beiden Jahreshälften stimmen damit überein, daß das Gebiet der größten negativen Abweichung in den NE-Sektoren in unmittelbarer Nähe des Zentrums sich befindet. Bei der kalten Winterantizyklone sieht man, daß die Isanomale —10° C bis zu den tieferen Druckstufen des S-Sektors ausläuft. (Die Abweichung — 19° C in 760—765*mm* des S-Sektors scheint zu tief zu sein.)

Das Gebiet der kleinsten negativen Abweichung in der kalten Sommer- und Winterantizyklone ist ungefähr in der Druckstufe 765—770*mm* des NW-, beziehungsweise W-Sektors zu suchen.

Was die warmen Antizyklonen der beiden Jahreshälften betrifft, so fällt das Gebiet der kleinsten positiven Abweichung in die höheren Druckstufen des S-Sektors; das Gebiet der größten positiven Abweichung fällt in der warmen Winterantizyklone in die niedrigeren Druckstufen des NW-Sektors, in der warmen Sommerantizyklone in den NE-Sektor.

Vergleicht man die Lage der warmen, beziehungsweise der kalten Gebiete der kalten und der warmen Antizyklone miteinander, so sieht man allgemein, daß die beiden Gebiete der warmen Antizyklone gegen diejenige der kalten Antizyklone im Sinne des Uhrzeigers, also im Sinne der antizyklonalen Luftströmungen verschoben sind, wie aus der nebenstehenden Fig. 1 ersichtlich ist.

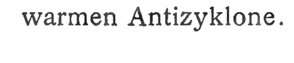
Relative Feuchtigkeit. Die Mittelwerte der verschiedenen Sektoren für die Winter- und die Sommerhälfte sind folgende:

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Winterhälfte:								
Kalte Antizyklone . .	—	86	86	90	85*	85*	89	92
Warme Antizyklone .	47?	49 (78)	69	73	59	49*	50	59
Sommerhälfte:								
Kalte Antizyklone . .	—	89	94	89	84	83 (74)	72*	91
Warme Antizyklone .	89	66	79	72	77	52*	64	91

Sonnblick (Winterhälfte).

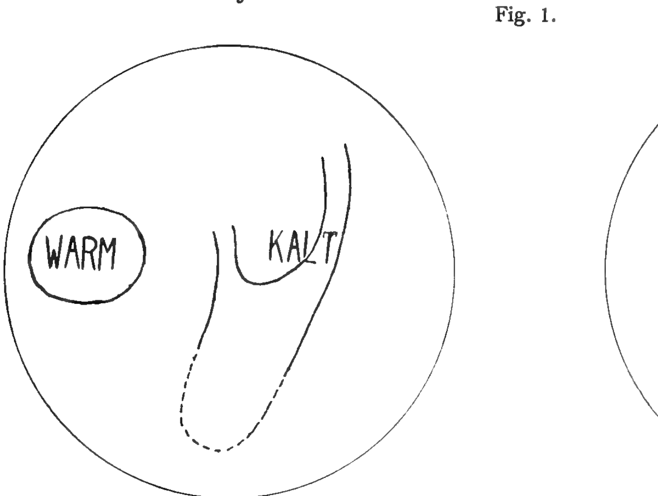
Die Lage der kalten und der warmen Gebiete in der

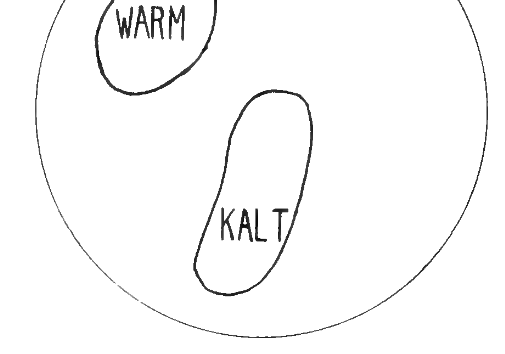
kalten Antizyklone



warmen Antizyklone.

Fig. 1.





In den beiden Antizyklonen der beiden Jahreshälften sieht man die kleinste relative Feuchtigkeit allgemein in dem SW-Quadranten, die größte in den N-Quadranten. Die relative Feuchtigkeit der kalten Antizyklone ist größer als die der warmen.

Bewölkung. Die Bewölkung in den warmen Antizyklonen ist niedriger als in den kalten und im Zentrum allgemein kleiner als am Rand, was in der warmen Winterantizyklone deutlicher als in der kalten Winterantizyklone hervortritt. Die Verteilung nach verschiedenen Sektoren ist demnach folgende:

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Winterhälfte:								
Kalte Antizyklone . . .	—	5	7	8*	6	3*	6	(0)?
Warme » . . .	3	2	6*	3	3	2*	2*	2*
Sommerhälfte:								
Kalte Antizyklone . . .	1	10*	8	8	8	2*	3	(1?)
Warme » . . .	5	(0·5?)	4	4	4	3	3	2*

Die Frontseite der beiden Antizyklonen beider Jahreshälften zeigt im allgemeinen größere Bewölkung als die Rückseite.

Windverhältnisse. Die Windverhältnisse im Sonnblickniveau in der kalten Antizyklone stellen in NW, N, NE, E, SE, S und in den höheren Druckstufen des SW-Sektors eine im Sinne des Uhrzeigers sich biegende Strömung von Norden, in dem W- und in den äußeren Druckstufen des SW-Sektors eine Strömung von Süden.

In der warmen Antizyklone sehen wir — die 760—770 *mm* Druckstufen des NW- und W-Sektors ausgenommen — eine antizyklonale Ausströmung, deren Zentrum gegen das Gebiet des höchsten Druckes im Meeresniveau, gegen WNW verschoben ist. In den äußeren Druckstufen des W und NW-Sektors sind dem Zentrum zuströmende Winde, es fließt also in dieser Höhe die Luft dem Zentrum der warmen Antizyklone zu.

Führen wir den Begriff »der Achse« der Antizyklone als Verbindungslinie der Zentra der Gebiete des höchsten Druckes in verschiedenen Niveaus ein, so kann man sagen, daß die Achse des antizyklonalen Wirbels der warmen Winterantizyklone gegen WNW geneigt ist.

Pic du Midi.

2859 *m*; 42° 50′ nördl. Br., 0° 8′ westl. v. Gr.

Winter-

Kalte Antizyklone.

mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Gewicht (Zahl der Beobachtungen)								
785/780	—	—	—	1	—	—	—	—
780/775	—	—	—	2	4	1	—	—
775/770	—	—	—	8	6	13	4	—
770/765	—	—	—	5	6	11	2	—
765/760	—	—	—	—	1	8	3	—
Luftdruck (500 *mm* +)								
785/780	—	—	—	48·6	—	—	—	—
780/775	—	—	—	41·8	43·2	45·6	—	—
775/770	—	—	—	39·5	41·8	41·5	40·9	—
770/765	—	—	—	35·5	37·8	38·6	35·7	—
765/760	—	—	—	—	35·3	35·3	37·2	—
Temperaturabweichung (von —6°8)								
785/780	—	—	—	— 3·4	—	—	—	—
780/775	—	—	—	— 4·8	— 3·6	+ 2·7	—	—
775/770	—	—	—	— 5·1	+ 1·5	— 0·6	— 0·7	—
770/765	—	—	—	— 6·8	— 1·7	+ 0·9	— 6·2	—
765/760	—	—	—	—	— 3·2	+ 1·6	+ 3·2	—

Was die Windverhältnisse betrifft, stellt die kalte Winterantizyklone am Sonnblick zwei entgegengesetzte, um das Gebiet des höchsten Druckes im Meeresniveau rechtsdrehende Luftströme dar: einen nördlichen kalten, relativ feuchten mit größerer Bewölkung, der, in den nördlichen Sektoren in das Sonnblickniveau hinuntersinkend, nach Süden und Südwesten fließt, wo er einem warmen, relativ trockenen und mit kleinerer Bewölkung begleiteten Strome begegnet und sich unter denselben senkt. Die kleine relative Feuchtigkeit und Bewölkung des SW-Sektors spricht dafür.

Auch in der warmen Winterantizyklone machen sich diese beiden Strömungen durch schon besprochene Temperaturverteilung bemerkbar. Da sie aber, wie gezeigt, im Sinne des Uhrzeigers gegen die der kalten Antizyklone im Sonnblickniveau verschoben sind, ist ersichtlich — in dem Falle, daß die Raumkrümmung der beiden Strömungen, der kalten nördlichen und der warmen südlichen, dieselbe ist — daß die Basis der beiden die Antizyklone nährenden Strömungen in der warmen Antizyklone höher liegt. Mit anderen Worten: Die Mächtigkeit des warmen antizyklonalen Wirbels ist größer als die des kalten.

Es wird möglich sein, die beiden Strömungen in niedrigen Niveaux der anderen Observatorien mehr oder weniger deutlich verfolgen zu können.

Pic du Midi.

2859 *m*; 42°50′ nördl. Br. 0°8′ westl. v. Gr.

hälfte.

Warme Antizyklone.

mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Gewicht (Zahl der Beobachtungen)								
785/780	—	—	—	—	—	—	—	—
780/775	—	—	—	—	3	21	9	0
775/770	—	—	—	—	5	42	45	—
770/765	—	—	—	—	9	19	31	—
765/760	—	—	—	—	4	8	10	1
Luftdruck (500 *mm* +)								
785/780	—	—	—	—	—	—	—	—
780/775	—	—	—	—	46·0	47·2	46·7	—
775/770	—	—	—	—	44·5	44·4	44·2	—
770/765	—	—	—	—	42·6	42·7	41·6	—
765/760	—	—	—	—	33·0	38·8	40·1	45·7
Temperaturabweichung (von —6°8)								
785/780	—	—	—	—	—	—	—	—
780/775	—	—	—	—	+ 0·4	+ 3·4	+ 3·7	—
775/770	—	—	—	—	+ 1·7	+ 4·0	+ 3·4	—
770/765	—	—	—	—	+ 5·4	+ 5·3	+ 5·0	—
765/760	—	—	—	—	— 6·0	+ 3·0	+ 4·9	+ 13·6

mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Relative Feuchtigkeit								
785/780	—	—	—	—	—	—	—	—
780/775	—	—	—	8	69	—	—	—
775/770	—	—	—	55	42	36	52	—
770/765	—	—	—	41	56	61	61	—
765/760	—	—	—	—	—	82	66	—
Bewölkung								
785/780	—	—	—	—	—	—	—	—
780/775	—	—	—	0	3	—	—	—
775/770	—	—	—	1	2	1	3	—
770/765	—	—	—	2	2	3	2	—
765/760	—	—	—	—	0	4	5	—
Wind (Richtung und Geschwindigkeit m. p. s.)								
785/780	—	—	—	N 45 E 5·0	—	—	—	—
780/775	—	—	—	N 45 E 3·0	N 22 E 2·7	N 1·5	—	—
775/770	—	—	—	N 11 E 4·2	N 20 E 1·9	N 43 E 2·1	N 8 E 1·6	—
770/765	—	—	—	N 56 E 2·5	N 23 E 4·3	N 8 E 1·6	N 10 E 3·1	—
765/760	—	—	—	—	N 45 E 1·5	W 19 N 2·7	W 13 N 2·8	—

Pic du Midi.

Sommer-

Kalte Antizyklone.

mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Gewicht (Zahl der Beobachtungen)								
775/770	—	—	—	2	6	1	—	—
770/765	—	—	—	8	23	21	2	—
765/760	—	—	—	—	11	5	—	—
Luftdruck (800 *mm* +)								
775/770	—	—	—	43·4	40·9	44·9	—	—
770/765	—	—	—	41·9	43·4	44·7	42·9	—
765/760	—	—	—	—	42·5	44·3	—	—

mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Relative Feuchtigkeit								
785/780	—	—	—	—	—	—	—	—
780/775	—	—	—	—	45	29	40	—
775/770	—	—	—	—	29	34	47	—
770/765	—	—	—	—	53	34	36	—
765/760	—	—	—	—	76	61	63	54
Bewölkung								
785/780	—	—	—	—	—	—	—	—
780/775	—	—	—	—	0	0	1	—
775/770	—	—	—	—	0	2	2	—
770/765	—	—	—	—	3	2	1	—
765/760	—	—	—	—	0	4	4	7
Wind (Richtung und Geschwindigkeit m. p. s.)								
785/780	—	—	—	—	—	—	—	—
780/775	—	—	—	—	N 66 E 1·8	N 88 E 1·3	N 34 E 0·7	—
775/770	—	—	—	—	S 3 W 0·8	N 14 E 0·0	E 54 S 0·6	—
770/765	—	—	—	—	E 84 S 0·5	W 0·8	E 81 S 0·5	—
765/760	—	—	—	—	N 25 E 4·2	S 36 W 1·2	S 54 W 2·9	W 3·0

hälfte.

Pic du Midi.

Warme Antizyklone.

mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Gewicht (Zahl der Beobachtungen)								
775/770	—	—	—	—	—	1	1	—
770/765	—	—	—	5	4	22	9	—
765/760	—	—	—	1	7	11	4	—
Luftdruck (500 *mm* +)								
775/770	—	—	—	—	—	46·1	48·6	—
770/765	—	—	—	45·2	45·6	46·7	47·4	—
765/760	—	—	—	46·5	41·8	45·9	46·2	—

mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Temperaturabweichung (von +1°0)								
775/770	—	—	—	— 6·9	— 7·6	+ 1·2	—	—
770/765	—	—	—	— 3·2	+ 0·6	+ 3·2	+ 2·0	—
765/760	—	—	—	—	+ 4·8	+ 6·0	—	—
Relative Feuchtigkeit								
775/770	—	—	—	86	42	25	—	—
770/765	—	—	—	58	30	32	36	—
765/760	—	—	—	—	34	53	—	—
Bewölkung								
775/770	—	—	—	2	2	7	—	—
770/765	—	—	—	2	1	1	0	—
765/760	—	—	—	—	2	3	—	—
Wind (Richtung und Geschwindigkeit m. p. s.)								
775/770	—	—	—	W 78 N 1·0	N 38 E 2·3	N 3·0	—	—
770/765	—	—	—	N 2 E 1·2	N 35 E 1·2	W 53 N 1·1	C 0·0	—
765/760	—	—	—	—	W 83 N 0·8	S 87 W 2·1	—	—

Bei Pic du Midi, dem SW-lichsten von den gewählten Observatorien kommt nur der SW-Quadrant in Betracht.

Luftdruckverteilung. In der warmen Antizyklone ist der Luftdruck für das Pic du Midi-Niveau höher als in der kalten, und zwar wie in der warmen so auch in der kalten Jahreshälfte.

Temperatur. Die mittlere Temperatur für den Morgentermin ist für die Winterhälfte auf —6°8 C, für die Sommerhälfte auf + 1°0 C berechnet. Die Temperaturverteilung nach den Sektoren ergibt, daß der W-Sektor der Antizyklone wärmer ist als die anderen vertretenen und in der Nähe des Zentrums kälter ist als gegen den Rand. Es ist zu bemerken, daß in der »kalten« Antizyklone auf dem Pic du Midi »positive« Abweichungen auftreten.

		SE	S	SW	W
Winterhälfte	Kalte Antizyklone . .	— 5·6	— 1·3	+ 0·6 (+ 1·2)	+ 1·2 (— 1·2?)
	Warme » . .	—	+ 0·4	+ 3·9	+ 4·2
Sommerhälfte	Kalte Antizyklone . .	— 5·0	+ 2·7	+ 3·5	+ 2·0
	Warme » . .	+ 4·3	+ 1·9	+ 4·4	+ 5·4

mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Temperaturabweichung (von +1°0)								
775/770	—	—	—	—	—	+ 2·0	+ 3·8	—
770/765	—	—	—	+ 4·3	+ 2·9	+ 5·7	+ 5·6	—
765/760	—	—	—	+ 8·0	+ 0·9	+ 6·5	+ 6·7	—
Relative Feuchtigkeit								
775/770	—	—	—	—	—	70	57	—
770/765	—	—	—	62	57	47	69	—
765/760	—	—	—	46	71	48	39	—
Bewölkung								
775/770	—	—	—	—	—	1	0	—
770/765	—	—	—	4	2	1	3	—
765/760	—	—	—	0	5	1	2	—
Wind (Richtung und Geschwindigkeit m. p. s.)								
775/770	—	—	—	—	—	—	W 1·5	—
770/765	—	—	—	W 63 N 0·5	N 70 E 1·1	W 10 N 0·2	S 59 W 1·6	—
765/760	—	—	—	W 45 N 3·0	S 61 W 1·8	S 58 W 1·2	S 72 W 1·7	—

Relative Feuchtigkeit. Die Mittelwerte der relativen Feuchtigkeit sind wie im Sommer so auch im Winter niedrig; die Verteilung im Winter nach den Sektoren entspricht der am Sonnblick. Der SW-liche in der warmen und der SE-liche in der kalten Antizyklone hat ein Minimum; im Sommer ist die Verteilung ziemlich gleichmäßig.

Bewölkung. Die Bewölkung nimmt zu den Rändern der Antizyklonen zu und in der Verteilung nach den Sektoren — wie im Winter so auch im Sommer — entspricht sie der relativen Feuchtigkeit der kalten Winterantizyklone.

Windverhältnisse. Die mittleren Windgeschwindigkeiten sind sehr klein, was dadurch zu erklären ist, daß die zur Mittelbildung herangezogenen Winde meist schwach und von verschiedener Richtung sind.

Die Strömungen der warmen Antizyklone im Niveau des Pic du Midi sind denjenigen am Sonnblick ähnlich: antizyklonale Ausströmung in den S- und SW-Sektoren und im W-Sektor mit schwacher, im NW-Sektor mit deutlicher Komponente nach inwärts.

Die Strömungen der kalten Antizyklone im Niveau des Pic du Midi unterscheiden sich von denjenigen am Sonnblick nur im W-Sektor: hier eine Komponente von Süden, dort eine von Norden, so daß die vertretenen Sektoren der kalten Antizyklone im Niveau des Pic du Midi eine einheitliche nördliche Strömung darstellen. Man darf aber nicht außer acht lassen, daß die Mittelwerte des W-Sektors der kalten Antizyklone am Pic du Midi ein kleines Gewicht haben.

Die kalte Antizyklone, die später im Sonnblickniveau durch starke negative Temperaturabweichungen charakterisiert ist, ist, wenn sie, vom Ozean herkommend, an den Pyrenäen vorbeistreicht, im Pic du Midiniveau in ihrem SW-Quadranten durch eine mäßig kalte bis mäßig warme Nordströmung dargestellt. Es scheint also, daß die Mächtigkeit des kalten antizyklonalen Wirbels noch nicht bis zum Gipfel des Pic du Midi hinaufreicht.

Säntis.

2500 *m*; 47° 15′ nördl. Br., 9°20′ östl. v. Gr.

Winter-

Kalte Antizyklone.

mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Gewicht (Zahl der Beobachtungen)								
785/780	—	—	3	—	1	2	—	—
780/775	—	—	5	4	3	5	3	—
775/770	—	3	7	6	10	14	16	1
770/765	—	—	8	10	6	11	14	—
765/760	—	—	1	1	2	3	6	2
Luftdruck (500 *mm* +)								
785/780	—	—	66·7	—	62·8	63·9	—	—
780/775	—	—	64·6	65·1	64·3	65·6	65·5	—
775/770	—	60·2	62·0	63·5	61·6	60·9	61·8	59·5
770/765	—	—	59·0	57·9	59·0	58·2	58·6	—
765/760	—	—	58·2	58·4	50·0	53·0	57·3	55·2
Temperaturabweichung (von —6°7)								
785/780	—	—	— 10·5	—	— 14·1	— 8·5	—	—
780/775	—	—	— 7·6	— 4·2	— 8·5	— 4·9	— 1·4	—
775/770	—	— 10·1	— 5·7	— 2·4	— 5·6	— 7·0	— 3·6	— 6·5
770/765	—	—	— 6·0	— 7·6	— 5·8	— 5·3	— 4·0	—
765/760	—	—	— 2·9	— 1·3	— 12·0	— 5·8	— 2·4	— 8·5
Relative Feuchtigkeit								
785/780	—	—	67	—	95	42	—	—
780/775	—	—	57	54	68	52	26	—
775/770	—	100	95	63	62	67	42	36
770/765	—	—	84	91	43	69	67	—
765/760	—	—	98	75	86	59	60	76
Bewölkung								
785/780	—	—	1	—	3	0	—	—
780/775	—	—	2	4	2	1	2	—
775/770	—	10	7	4	3	3	1	1
770/765	—	—	7	6	5	3	2	—
765/760	—	—	10	1	3	1	5	1

Die meteorologischen Verhältnisse der warmen Antizyklone im Pic du Midi-Niveau scheinen denen des Sonnblicks zu entsprechen. Auch in der Umgebung der Pyrenäen ist die Mächtigkeit des warmen antizyklonalen Wirbels größer als die des kalten.

Säntis.

2500 *m*; 47°15′ nördl. Br.. 9° 20′ östl. v. Gr.

hälfte.

Warme Antizyklone.

mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Gewicht (Zahl der Beobachtungen)								
785/780	—	—	1	—	—	2	18	—
780/775	—	—	6	10	1	3	80	3
775/770	—	—	5	14	6	16	85	6
770/765	1	—	2	6	6	13	31	7
765/760	1	—	—	2	—	4	5	3
Luftdruck (500 *mm* +)								
785/780	—	—	74·4	—	—	72·3	72·6	—
780/775	—	—	70·3	70·6	72·0	71·1	70·1	71·8
775/770	—	—	67·2	66·8	67·2	66·8	67·5	68·5
770/765	67·5	—	64·0	64·2	63·9	63·5	65·3	65·9
765/760	60·4	—	—	61·1	—	59·5	60·2	61·0
Temperaturabweichung (von —6°7)								
785/780	—	—	+ 4·1	—	—	+ 4·4	+ 4·7	—
780/775	—	—	+ 3·3	+ 3·8	+ 6·9	+ 3·7	+ 4·0	+ 3·0
775/770	—	—	+ 4·4	+ 3·7	+ 5·1	+ 4·3	+ 5·0	+ 6·9
770/765	+ 9·7	—	+ 1·5	+ 4·0	+ 5·2	+ 4·5	+ 6·4	+ 8·2
765/760	+ 2·9	—	—	+ 2·0	—	+ 4·5	+ 3·5	+ 4·3
Relative Feuchtigkeit								
785/780	—	—	22	—	—	50	37	—
780/775	—	—	74	45	35	40	40	43
775/770	—	—	68	52	32	47	49	37
770/765	23	—	89	75	56	70	65	64
765/760	39	—	—	59	—	62	80	63
Bewölkung								
785/780	—	—	4	—	—	1	1	—
780/775	—	—	5	3	1	1	1	1
775/770	—	—	7	3	1	2	2	2
770/765	8	—	9	4	3	4	3	4
765/760	4	—	—	0	—	5	6	4

mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Wind (Richtung und Geschwindigkeit m. p. s.)								
785/780	—	—	W 45 N 6·1	—	N 23 E 1·7	N 34 E 6·6	—	—
780/775	—	—	W 80 N 3·1	N 47 E 5·6	N 59 E 4·9	N 70 E 4·8	N 49 E 3·5	—
775/770	—	S 82 W 4·5	W 6 N 1·6	N 33 E 1·5	N 51 E 3·3	N 48 E 3·9	N 9 E 0·8	S 68 W 3·1
770/765	—	—	N 6 E 1·8	N 36 E 1·4	N 34 E 3·0	E 19 S 1·3	S 54 W 1·8	—
765/760	—	—	S 68 W 4·8	W 45 N 3·1	N 60 E 3·0	E 32 S 3·8	S 62 W 1·6	S 54 W 5·9

Säntis.

Sommer-

Kalte Antizyklone.

mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Gewicht (Zahl der Beobachtungen)								
775/770	—	—	6	7	—	8	7	—
770/765	—	1	28	20	4	17	11	1
765/760	—	—	2	2	—	1	3	—
Luftdruck (500 *mm* +)								
775/770	—	—	65·7	67·7	—	68·7	67·8	—
770/765	—	56·3	65·1	65·5	66·0	66·8	65·8	66·2
765/760	—	—	65·5	61·6	—	65·3	61·1	—
Temperaturabweichung (von +1°2)								
775/770	—	—	— 8·2	— 4·2	—	— 2·5	— 2·9	—
770/765	—	— 16·3	— 4·9	— 4·0	— 2·5	— 0·7	— 2·9	— 0·6
765/760	—	—	— 2·1	— 8·4	—	— 0·6	— 6·6	—
Relative Feuchtigkeit								
775/770	—	—	89	58	—	69	52	—
770/765	—	—	95	70	56	62	63	90
765/760	—	—	100	83	—	98	69	—

mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Wind (Richtung und Geschwindigkeit m. p. s.)								
785/780	—	—	N 68 E 4·8	—	—	N 45 E 3·1	E 0·1	—
780/775	—	—	S 65 W 3·5	N 32 E 2·6	N 68 E 3·1	W 89 N 2·7	W 27 N 0·3	S 5 W 1·1
775/770	—	—	S 70 W 2·3	N 42 E 2·5	N 63 E 3·4	N 62 E 1·3	S 46 W 1·0	W 7 N 1·7
770/765	S 68 W 6·7	—	S 68 W 3·2	E 27 S 1·2	N 47 E 2·6	S 29 E 1·7	S 41 W 2·6	S 22 W 4·4
765/760	S 23 W 1·7	—	—	N 82 E 2·2	—	E 58 S 1·4	S 9 W 4·7	S 42 W 6·3

Säntis.

hälfte.

Warme Antizyklone.

mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Gewicht (Zahl der Beobachtungen)								
775/770	—	—	—	3	1	9	9	1
770/765	1	—	7	16	10	49	36	5
765/760	—	—	1	1	4	5	5	2
Luftdruck (500 *mm* +)								
775/770	—	—	—	69·7	71·5	72·5	71·9	72·8
770/765	69·9	—	70·7	68·6	69·4	68·1	70·2	70·5
765/760	—	—	68·2	68·2	64·2	67·3	69·9	69·2
Temperaturabweichung (von +1°2)								
775/770	—	—	—	+ 3·2	+ 6·7	+ 5·6	+ 3·6	+ 3·0
770/765	+ 1·4	—	+ 4·1	+ 3·1	+ 4·4	+ 5·3	+ 6·1	+ 6·6
765/760	—	—	+ 3·2	+ 9·9	+ 0·5	+ 6·6	+ 8·9	+ 8·0
Relative Feuchtigkeit								
775/770	—	—	—	70	60	39	63	94
770/765	85	—	86	66	61	63	71	73
765/760	—	—	89	83	66	65	63	(19)

mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Bewölkung								
775/770	—	—	7	2	—	4	1	—
770/765	—	2	8	4	5	4	3	1
765/760	—	—	10	5	—	7	6	—
Wind (Richtung und Geschwindigkeit m. p. s.)								
775/770	—	—	W 34 N 0·8	N 47 E 2·6	—	W 16 N 1·1	E 4 S 0·4	—
770/765	—	S 68 W 6·7	W 21 N 1·2	N 18 E 1·4	W 50 N 1·5	W 69 N 0·7	S 59 W 4·4	S 45 W 3·1
765/760	—	—	W 42 N 1·9	N 45 E 2·0	—	S 68 W 6·7	S 61 W 5·3	—

Luftdruckverteilung. Wie auf dem Sonnblick so auch auf dem Säntis ist das Gebiet des höchsten Druckes in der warmen Winterantizyklone gegen W verschoben. Über die Luftdruckverteilung in den anderen Antizyklonen läßt sich nichts Bestimmtes aussagen.

Temperatur. Die mittlere Morgentermintemperatur am Säntis beträgt für die betrachtete Reihe der Jahre für die Winterhälfte —6°7 C, für die Sommerhälfte +1°2 C.

Winterhälfte.

Mittlere Abweichungen der Temperatur für verschiedene Sektoren.

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Kalte Antizyklone . . .	—	— 10·1*	— 6·5 (— 7·4)	— 3·9 (— 5·9)	— 8·5 (— 6·6)	— 6·3 (— 5·8)	— 2·8*	— 7·0
Warme » . . .	+ 5·3	—	+ 3·3*	+ 3·4	+ 5·4?	+ 4·3	+ 4·7	+ 5·6*

Mittlere Abweichungen der Temperatur für verschiedene Druckstufen.

	785/780	780/775	775/770	770/765	765/760
Kalte Antizyklone	— 11·0	— 5·3 (— 6·3)	— 5·7 (— 6·4)	— 5·7	— 4·2 (— 5·6)
Warme »	+ 4·4	+ 4·1	+ 4·9	+ 5·0	+ 3·4

mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Bewölkung								
775/770	—	—	—	1	1	1	3	1
770/765	1	—	4	3	3	3	2	6
765/760	—	—	—	3	1	3	2	2
Wind (Richtung und Geschwindigkeit m. p. s.)								
775/770	—	—	—	N 52 E 1·9	E 23 S 1·7	W 53 N 0·4	S 68 W 1·5	S 45 W 4·8
770/765	S 45 W 1·7	—	W 71 N 1·1	N 17 E 0·4	W 39 N 0·6	S 82 W 1·7	S 62 W 1·9	S 52 W 3·0
765/760	—	—	N 68 E 3·1	N 68 E 0·0	W 14 N 0·2	W 7 N 0·2	S 40 W 4·7	S 9 W 3·9

Sommerhälfte.

Mittlere Abweichungen der Temperatur für verschiedene Sektoren.

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Kalte Antizyklone	—	(— 16·3)*?	— 5·1	— 5·5	— 2·5	— 1·3	— 4·1	— 0·6*
Warme »	(+ 1·4)	—	+ 3·6*	+ 5·4	+ 3·9	+ 5·8	+ 6·2*	+ 5·9

Mittlere Abweichungen der Temperatur für verschiedene Druckstufen.

	775/770	770/765	765/760
Kalte Antizyklone	— 4·5	— 4·9 (— 2·6)	— 4·4
Warme »	+ 4·4	+ 4·4	+ 6·2

Die kalten Antizyklonen der beiden Jahreshälften im Säntisniveau stimmen damit überein, daß das Gebiet der größten negativen Abweichung in dem NE-Sektor in der unmittelbaren Nähe des Zentrums sich befindet. (Die Abweichung —16°3 in dem NE-Sektor der kalten Sommerantizyklone ist zu groß, was auch der korrespondierende Luftdruck beweist.)

Das Gebiet der kleinsten negativen Abweichung in der kalten Sommer- und Winterantizyklone ist in der Nähe des NW-, beziehungsweise des W-Sektors zu suchen.

In den warmen Antizyklonen der Sommer- und Winterhälfte liegt das Gebiet der kleinsten positiven Abweichung in der Nähe des Zentrums in den E- bis SE-Sektoren.

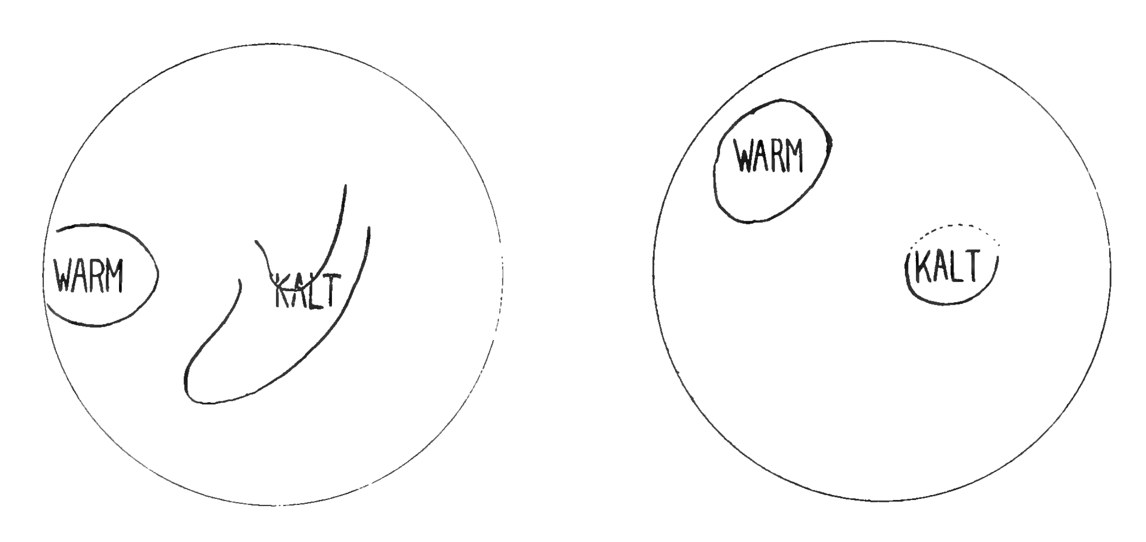
Das Gebiet der größten positiven Abweichung liegt in der Nähe des Randes des W-, beziehungsweise NW-Sektors. (Das sekundäre Maximum in dem S-Sektor der warmen Winterantizyklone [+5°4] scheint unwahrscheinlich zu sein.)

Säntis (Winterhälfte).

Die Lage der kalten und der warmen Gebiete in der

kalten Antizyklone warmen Antizyklone.

Fig. 2.



Man sieht auch hier am Säntis — wie auf dem Sonnblick — die Verschiebung der beiden Gebiete (des kalten und des warmen) der warmen Antizyklone gegen diejenige der kalten im Sinne des Uhrzeigers.

Relative Feuchtigkeit. Die Mittelwerte der verschiedenen Sektoren für die Winter- und Sommerhälfte sind folgende:

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Winterhälfte:								
Kalte Antizyklone . . .	—	100*	80	71	71	60	49*	56
Warme » . . .	31?	—	77*	58	41	54	54	52
Sommerhälfte:								
Kalte Antizyklone . . .	—	—	95	70	56*	76	61	90
Warme » . . .	85	—	88	73	62	56*	66	62 (83)

Die Gebiete der größten und der kleinsten relativen Feuchtigkeit stimmen mit den warmen und kalten Gebieten der beiden Winterantizyklonen gut miteinander. Auch in den beiden Sommerantizyklonen ist eine ähnliche Übereinstimmung zwischen den kalten Gebieten und der größten relativen Feuchtigkeit, nicht aber für die warmen Gebiete.

Bewölkung. Die Mittelwerte der verschiedenen Sektoren für die Winter- und Sommerhälfte sind folgende:

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Winterhälfte:								
Kalte Antizyklone . . .	—	10*	5	4	3	2	3	1*
Warme » . . .	6*	—	6	3	2*	3	3	3
Sommerhälfte:								
Kalte Antizyklone . . .	—	2?	8*	4	5	5	3	1?
Warme » . . .	1?	—	4*	2	2	2	2	3

Die Bewölkung nimmt in der kalten und in der warmen Antizyklone der beiden Jahreshälften gegen das Zentrum ab, ist größer in den kalten als in den warmen Antizyklonen und in den östlichen Sektoren größer als in den westlichen.

Windverhältnisse. Die Strömungen in der kalten Antizyklone auf dem Säntis entsprechen für die E-, SE-, S-, SW- und W-Sektoren denjenigen auf dem Sonnblick. In dem NW- und NE-Sektor zeigt sich aber ein Unterschied: Unter den einströmenden Winden des Sonnblicks sieht man in dem Säntisniveau schon antizyklonal ausströmende Winde.

In der warmen Antizyklone des Säntisniveau sieht man — den W-Sektor ausgenommen — eine antizyklonal ausströmende Luftbewegung von einem Zentrum, das gegen das Gebiet des höchsten Druckes im Meeresniveau nach WNW verschoben ist.

Man sieht allgemein, daß die Verteilung der Mittelwerte der meteorologischen Elemente im Säntisniveau eine ähnliche ist wie am Sonnblick; man kann auch hier am Säntis die beiden Strömungen, die kalte Nord- und die warme Südströmung verfolgen. Der Einfluß des kalten antizyklonalen Wirbels auf die Windströmungen in dem Säntisniveau ist aber viel deutlicher als auf jene des Sonnblicks.

Obir.

2147 *m*; 46° 30′ nördl. Br., 14° 29′ östl. v. Gr.

Winter-

Kalte Antizyklone.

mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Gewicht (Zahl der Beobachtungen)								
785/780	—	—	—	—	—	2	—	—
780/775	—	—	2	1	4	6	4	—
775/770	—	—	9	12	12	16	6	—
770/765	—	—	12	18	5	5	5	—
765/760	—	—	10	3	—	1	—	—
Luftdruck (500 *mm* +)								
785/780	—	—	—	—	—	97·6	—	—
780/775	—	—	98·4	93·9	96·0	97·7	96·7	—
775/770	—	—	95·4	94·9	93·8	93·0	94·8	—
770/765	—	—	92·2	91·7	91·8	90·2	90·2	—
765/760	—	—	89·0	88·9	—	89·4	—	—
Temperaturabweichung (von —5°5)								
785/780	—	—	—	—	—	—13·0	—	—
780/775	—	—	—11·0	—10·3	— 9·5	— 8·3	— 7·1	—
775/770	—	—	— 7·6	— 7·8	— 8·9	— 9·3	— 4·4	—
770/765	—	—	— 6·0	— 7·9	—10·4	— 9·3	— 5·5	—
765/760	—	—	— 7·0	— 6·2	—	— 6·0	—	—
Relative Feuchtigkeit								
785/780	—	—	—	—	—	89	—	—
780/775	—	—	86	100	87	88	92	—
775/770	—	—	86	86	91	93	91	—
770/765	—	—	84	87	89	89	97	—
765/760	—	—	81	81	—	64	—	—
Dunstdruck								
785/780	—	—	—	—	—	0·9	—	—
780/775	—	—	1·1	1·3	1·3	1·4	1·5	—
775/770	—	—	1·5	1·4	1·4	1·4	1·9	—
770/765	—	—	1·6	1·5	1·3	1·4	1·9	—
765/760	—	—	1·6	1·6	—	1·2	—	—

Obir.

2147 *m*; 46°30′ nördl. Br., 14°29′ östl. v. Gr.

hälfte.

Warme Antizyklone.

mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Gewicht (Zahl der Beobachtungen)								
785/780	—	—	2	18	1	4	3	—
780/775	—	—	21	57	4	8	25	2
775/770	—	1	31	49	12	9	24	2
770/765	4	1	10	22	9	6	13	6
765/760	—	—	—	3	1	—	1	1
Luftdruck (500 *mm* +)								
785/780	—	—	104·1	105·1	105·5	105·3	103·8	—
780/775	—	—	102·5	102·1	99·6	101·0	101·0	100·3
775/770	—	97·3	99·7	100·4	98·7	97·8	98·6	102·8
770/765	99·2	95·4	98·5	97·8	95·3	94·6	98·4	97·8
765/760	—	—	—	90·2	93·4	—	89·1	93·8
Temperaturabweichung (von —5°5)								
785/780	—	—	+ 4·5	+ 2·8	+ 5·5	+ 2·3	+ 2·2	—
780/775	—	—	+ 2·5	+ 1·9	— 1·7	— 0·9	+ 1·8	0·0
775/770	—	— 0·3	+ 3·3	+ 3·5	+ 2·2	— 1·0	+ 2·1	+ 11·1
770/765	+ 10·3	+ 5·5	+ 5·8	+ 3·5	+ 1·2	— 1·2	+ 7·9	+ 6·4
765/760	—	—	—	— 3·8	— 2·8	—	+ 2·3	+ 6·6
Relative Feuchtigkeit								
785/780	—	—	91	83	66	82	75	—
780/775	—	—	81	83	89	93	86	81
775/770	—	91	85	83	91	90	90	85
770/765	80	78	85	90	94	92	85	81
765/760	—	—	—	96	87	—	100	81
Dunstdruck								
785/780	—	—	3·9	3·2	3·0	3·0	3·0	—
780/775	—	—	3·2	3·7	2·4	2·7	3·0	2·5
775/770	—	2·6	3·4	3·3	3·5	2·6	3·3	5·7
770/765	5·3	3·6	3·9	3·6	3·3	3·0	4·7	3·9
765/760	—	—	—	2·1	2·1	—	3·6	4·0

mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Bewölkung								
785/780	—	—	—	—	—	0	—	—
780/775	—	—	9	10	5	3	10	—
775/770	—	—	5	2	6	5	5	—
770/765	—	—	4	6	8	6	10	—
765/760	—	—	2	1	—	0	—	—
Wind (Richtung und Geschwindigkeit m. p. s.)								
785/780	—	—	—	—	—	N 23 E 3·7	—	—
780/775	—	—	N 45 E 12·0	N 45 E 13·5	N 35 E 7·8	N 24 E 2·1	E 5 S 7·9	—
775/770	—	—	W 57 N 8·2	N 24 E 8·7	N 34 E 6·2	N 33 E 6·7	E 20 S 1·5	—
770/765	—	—	W 89 N 2·3	N 5 E 6·4	N 15 E 10·3	N 56 E 5·0	E 29 S 5·5	—
765/760	—	—	W 57 N 8·7	W 72 N 10·5	—	N 45 E 2·0	—	—

Obir.

Sommer-

Kalte Antizyklone.

mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Gewicht (Zahl der Beobachtungen)								
775/770	—	—	—	4	1	1	1	—
770/765	—	1	16	30	5	2	1	—
765/760	—	—	10	11	1	—	—	—
Luftdruck (500 *mm* +)								
775/770	—	—	—	101·7	100·2	100·7	102·6	—
770/765	—	99·9	97·5	99·1	98·0	99·3	101·0	—
765/760	—	—	95·6	95·1	96·8	—	—	—
Temperaturabweichung (von +3°5)								
775/770	—	—	—	— 4·3	— 6·2	— 5·5	— 0·5	—
770/765	—	+ 0·4	— 5·8	— 2·8	— 5·4	— 6·9	+ 0·5	—
765/760	—	—	— 3·4	— 5·5	— 7·5	—	—	—

mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Bewölkung.								
785/780	—	—	1	0	0	0	0	—
780/775	—	—	1	1	3	4	1	5
775/770	—	3	4	1	2	3	3	2
770/765	2	0	4	3	5	4	1	1
765/760	—	—	—	7	3	—	10	0
Wind (Richtung und Geschwindigkeit m. p. s.)								
785/780	—	—	W 58 N 8·9	W 84 N 1·9	N 8·0	N 8 E 2·6	S 23 W 0·5	—
780/775	—	—	W 54 N 2·3	W 62 N 1·6	N 18 E 1·5	N 60 E 1·2	S 66 W 0·7	W 1·7
775/770	—	N 2·0	W 19 N 3·5	W 54 N 2·3	N 6 E 1·6	W 87 N 2·9	E 26 S 1·2	S 8 W 6·8
770/765	W 2·8	C 0·0	W 13 N 3·0	W 63 N 1·6	W 86 N 2·1	E 26 S 1·2	S 60 W 2·1	S 74 W 2·1
765/760	—	—	—	W 68 N 5·5	W 45 N 22·5	—	S 45 W 10·5	W 5·5

hälfte.

Obir.

Warme Antizyklone.

mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Gewicht (Zahl der Beobachtungen)								
775/770	—	1	3	9	4	7	4	1
770/765	—	—	9	46	19	13	13	2
765/760	—	—	5	14	7	1	2	—
Luftdruck (500 *mm* +)								
775/770	—	102·4	101·3	103·2	103·2	103·9	105·4	104·8
770/765	—	—	103·3	101·5	102·0	101·9	102·8	101·4
765/760	—	—	99·4	100·1	98·5	100·9	101·0	—
Temperaturabweichung (von +3°5)								
775/770	—	+ 1·9	— 2·9	+ 1·6	+ 0·1	+ 2·1	+ 4·2	+ 6·5
770/765	—	—	+ 6·8	+ 2·9	+ 2·8	+ 3·8	+ 5·2	+ 3·4
765/760	—	—	+ 4·5	+ 4·5	— 1·0	+ 4·5	+ 5·9	—

mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
				Dunstdruck				
775/770	—	—	—	4·3	3·3	3·5	5·0	—
770/765	—	5·5	3·5	4·3	3·8	3·1	5·5	—
765/760	—	—	4·0	4·0	3·1	—	—	—
				Relative Feuchtigkeit				
775/770	—	—	—	72	87	88	89	—
770/765	—	89	86	89	93	100	91	—
765/760	—	—	87	93	86	—	—	—
				Bewölkung				
775/770	—	—	—	9	3	0	0	—
770/765	—	1	3	4	5	10	3	—
765/760	—	—	5	6	8	—	—	—
				Wind (Richtung und Geschwindigkeit m. p. s.)				
775/770	—	—	—	N 42 E 7·0	N 45 E 2·0	W 45 N 8·0	N 45 E 2·0	—
770/765	—	W 2·0	W 64 N 3·6	N 3·1	W 75 N 1·9	N 45 E 1·7	S 3·5	—
765/760	—	—	W 44 N 4·1	N 23 E 2·9	W 45 N 8·0	—	—	—

L u f t d r u c k v e r t e i l u n g. Der Druck in den warmen Antizyklonen steht höher als in den kalten und nimmt gegen das Zentrum zu.

T e m p e r a t u r. Die mittlere Temperatur auf dem Obir für 7[h] a. m. beträgt für die Winterhälfte —5°5 C, für die Sommerhälfte + 3°5 C.

Winterhälfte.

Mittlere Abweichungen der Temperatur für verschiedene Sektoren.

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Kalte Antizyklone . .	—	—	— 7·9	— 8·0	— 9·6*	— 8·2 (— 9·2)	— 5·7	—
Warme » . .	+10·3?	+ 5·5 (+ 2·6)	+ 4·0	+ 1·6	+ 0·9	+ 0·2*	+ 3·3	+ 6·0

mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
				Dunstdruck				
775/770	—	5·6	4·8	5·5	5·6	5·0	6·0	7·1
770/765	—	—	8·1	6·4	6·5	6·1	6·4	6·2
765/760	—	—	7·1	7·0	5·2	8·0	7·4	—
				Relative Feuchtigkeit				
775/770	—	84	89	83	91	73	75	77
770/765	—	—	86	85	89	79	78	82
765/760	—	—	90	88	92	100	85	—
				Bewölkung				
775/770	—	0	2	2	5	1	0	0
770/765	—	—	1	4	4	1	2	0
765/760	—	—	7	4	6	10	0	—
				Wind (Richtung und Geschwindigkeit m. p. s.)				
775/770	—	W 45 N 2·0	W 75 N 5·0	N 26 E 1·5	W 45 N 0·7	N 56 E 1·1	N 22 E 0·9	W 2·0
770/765	—	—	E 29 E 1·4	W 79 N 1·4	N 36 E 1·5	W 79 N 0·4	W 12 N 0·9	C 0·0
765/760	—	—	N 52 E 2·4	N 12 E 0·6	N 64 E 2·3	C 0·0	C 0·0	—

Mittlere Abweichungen der Temperatur für verschiedene Druckstufen.

	785/780	780/775	775/770	770/765	765/760
Kalte Antizyklone	(—13·1)	— 9·2	— 7·6	— 7·8	— 6·4
Warme »	+ 3·4	+ 0·6	+ 1·6 (+ 2·9)	+ 5·4 (+ 4·7)	+ 0·6

Sommerhälfte.

Mitttere Abweichungen der Temperatur für die verschiedenen Sektoren.

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Kalte Antizyklone	—	(+ 0·4)	— 4·6	— 4·2	— 6·4*	— 6·2	0·0	—
Warme »	—	(+ 1·9)	+ 2·8	+ 3·0	+ 0·6*	+ 3·1	+ 5·1*	+ 5·0

Mittlere Abweichungen der Temperatur für verschiedene Druckstufen.

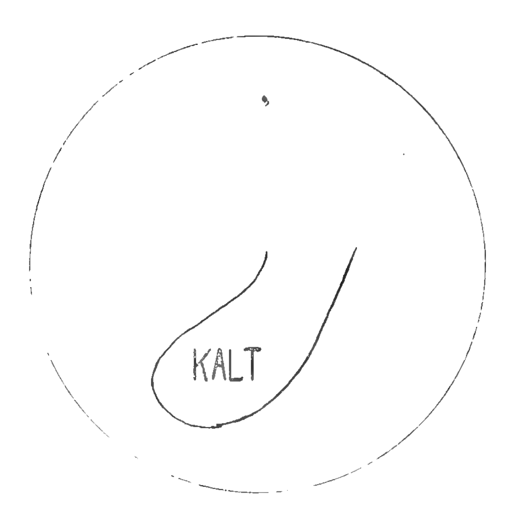
	775/770	770/765	765/760
Kalte Antizyklone . .	— 4·1	— 3·3	— 5·5 (— 4·5)
Warme » . .	+ 2·7	+ 2·2 (+ 3·6)	+ 3·7

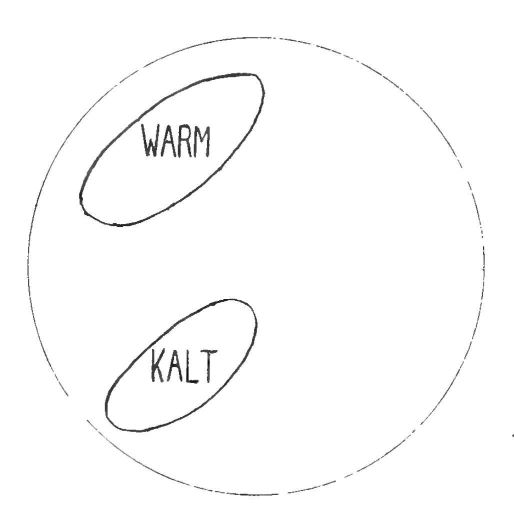
Obir (Winterhälfte).

Die Lage der kalten und der warmen Gebiete in der

kalten Antizyklone warmen Antizyklone

Fig. 3.





Die kalten Antizyklonen der beiden Jahreshälften stimmen damit überein, daß das Gebiet der größten negativen Abweichung in dem S- bis SW-Sektor liegt, ein wenig von dem Zentrum südwärts entfernt.

Die Lage des Gebietes der kleinsten negativen Abweichung läßt sich, da das Material für die nördlichen Sektoren fehlt, nicht bestimmen.

In den warmen Antizyklonen des Winter- und des Sommerhalbjahres kommen die Gebiete der kleinsten Abweichungen auf den SW-, beziehungsweise S-Sektor. Die Abweichung in der warmen Winterantizyklone ist negativ.

Die Gebiete der größten positiven Abweichungen fallen in der warmen Winterantizyklone auf den NW- bis N-Sektor, in der Sommerantizyklone auf den W- bis NW-Sektor.

Vergleicht man die Lage der Gebiete der größten negativen Abweichungen in der warmen und der kalten Antizyklone miteinander, so sieht man die schon früher beim Sonnblick und Obir erwähnte Verschiebung des kalten Gebietes der warmen Antizyklone gegen das der kalten im Sinne des Uhrzeigers.

Relative Feuchtigkeit. Die Mittelwerte der relativen Feuchtigkeit für verschiedene Sektoren sind folgende:

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Winterhälfte:								
Kalte Antizyklone . . .	—	—	84	89	89	85	93	
Warme »	(80?)	89	86	87	85	89	87	82*
Sommerhälfte:								
Kalte Antizyklone . . .	—	(89)	86	85	89	94	90	
Warme » . . .	—	(84)	88	85	91	84	79*	79*

Über die Verteilung der relativen Feuchtigkeit in den verschiedenen Sektoren der kalten Antizyklonen läßt sich nichts Bestimmtes aussagen, da die Mittelwerte von einem Sektor zum anderen sehr wenig schwanken. In den warmen Antizyklonen fallen die kleinsten relativen Feuchtigkeiten auf die W- bis NW-Sektoren.

Dunstdruck. In der warmen Antizyklone am Obir ist der Dunstdruck ungefähr zweimal so groß als in der kalten Antizyklone. Die Verteilung des Dunstdruckes in der warmen Antizyklone zeigt, daß der kleinste Dunstdruck in den Druckstufen 780—775*mm* (S und SW) und 775—770*mm* (SW) sich befindet, also mit dem mäßig kalten Gebiete koinzidiert. Über die Verteilung des Dunstdruckes in der kalten Antizyklone läßt sich nichts Bestimmtes aussagen.

Windverhältnisse. Die Windverhältnisse der kalten Antizyklone im Obirniveau stellen in allen vertretenen Sektoren eine antizyklonale ausströmende Luftbewegung dar. In dem W-Sektor, wenn man diesen mit jenen der höheren Observatorien vergleicht, begegnet man zum ersten Male den ausströmenden Luftbewegungen.

Die Windverhältnisse der warmen Antizyklone im Obirniveau stellen wie am Sonnblick und Säntis eine antizyklonal ausströmende Luftbewegung von einem Zentrum aus dar, das in bezug auf den höchsten Druck im Meeresniveau, gegen den WNW verschoben ist. In den äußeren Druckstufen des W- und NW-Sektors ist eine einströmende Luftbewegung.

Bjelašnica.

2067 *m*; 43°42′ nördl. Br., 18° 15′ östl. v. Gr.

Winter-

Kalte Antizyklone.

mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Gewicht (Zahl der Beobachtungen)								
785/780	—	—	—	—	—	—	—	—
780/775	—	—	—	—	—	—	—	—
775/770	—	—	—	2	1	2	1	—
770/765	—	—	1	6	3	—	—	—
765/760	—	—	2	2	—	—	—	—
Luftdruck (500 *mm* +)								
785/780	—	—	—	—	—	—	—	—
780/775	—	—	—	—	—	—	—	—
775/770	—	—	—	87·2	93·5	91·6	95·9	—
770/765	—	—	90·1	87·6	84·2	—	—	—
765/760	—	—	80·6	82·8	—	—	—	—
Temperaturabweichung (von —4°7)								
785/780	—	—	—	—	—	—	—	—
780/775	—	—	—	—	—	—	—	—
775/770	—	—	—	— 15·8	— 12·3	— 6·5	— 1·4	—
770/765	—	—	— 9·1	— 14·1	— 21·7	—	—	—
765/760	—	—	— 1·9	— 12·2	—	—	—	—
Relative Feuchtigkeit								
785/780	—	—	—	—	—	—	—	—
780/775	—	—	—	—	—	—	—	—
775/770	—	—	—	76	83	86	92	—
770/765	—	—	86	83	81	—	—	—
765/760	—	—	90	83	—	—	—	—
Absolute Feuchtigkeit								
785/780	—	—	—	—	—	—	—	—
780/775	—	—	—	—	—	—	—	—
775/770	—	—	—	0·6	0·9	1·9	2·6	—
770/765	—	—	1·3	1·0	0·6	—	—	—
765/760	—	—	2·6	1·0	—	—	—	—

hälfte.

Bjelašnica.

2067 *m*; 43° 42′ nördl. Br. 18° 15′ östl. v. Gr.

Warme Antizyklone.

mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Gewicht (Zahl der Beobachtungen)								
785/780	—	—	—	5	—	1	—	—
780/775	—	—	1	13	1	6	—	1
775/770	—	—	3	30	6	9	1	3
770/765	1	1	3	13	—	5	2	1
765/760	—	—	—	1	1	1	—	—
Luftdruck (500 *mm* +)								
785/780	—	—	—	103·1	—	97·5	—	—
780/775	—	—	97·4	100·8	103·1	98·8	—	102·8
775/770	—	—	98·6	98·2	96·1	97·7	100·3	99·7
770/765	95·7	97·5	94·0	96·7	—	99·3	95·2	100·1
765/760	—	—	—	96·9	88·4	90·0	—	—
Temperaturabweichung (von —4°7)								
785/780	—	—	—	+ 1·0	—	— 0·4	—	—
780/775	—	—	— 2·4	+ 0·8	+ 9·5	+ 1·5	—	+ 10·3
775/770	—	—	— 0·1	+ 1·6	+ 8·8	+ 4·7	+ 6·7	+ 8·4
770/765	+ 5·2	+ 8·8	+ 1·0	+ 5·2	—	+ 10·2	+ 6·9	+ 9·5
765/760	—	—	—	+ 8·5	— 2·3	+ 1·1	—	—
Relative Feuchtigkeit								
785/780	—	—	—	61	—	47	—	—
780/775	—	—	92	74	91	71	—	28
775/770	—	—	81	80	79	81	100	74
770/765	54	55	95	92	—	57	62	55
765/660	—	—	—	55	81	92	—	—
Absolute Feuchtigkeit								
785/780	—	—	—	2·0	—	1·5	—	—
780/775	—	—	2·3	2·6	5·9	2·5	—	2·1
775/770	—	—	2·6	3·0	2·6	3·8	5·3	4·4
770/765	2·4	3·4	4·0	4·5	—	3·9	2·6	3·5
765/760	—	—	—	3·3	2·4	3·2	—	—

mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Bewölkung								
785/780	—	—	—	—	—	—	—	—
780/775	—	—	—	—	—	—	—	—
775/770	—	—	—	10	10	10	0	—
770/765	—	—	0	10	7	—	—	—
765/760	—	—	8	10	—	—	—	—
Wind (Richtung und Geschwindigkeit m. p. s.)								
785/780	—	—	—	—	—	—	—	—
780/775	—	—	—	—	—	—	—	—
775/770	—	—	—	W 67 N 12·5	N 45 E 8·0	N 19 E 2·2	W 3·5	—
770/765	—	—	W 45 N 5·5	W 79 N 6·8	N 13 E 3·6	—	—	—
765/760	—	—	N 2·7	N 15·0	—	—	—	—

Bjelašnica.

Sommer-

Kalte Antizyklone.

mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Gewicht (Zahl der Beobachtungen)								
775/770	—	—	—	2	—	—	—	—
770/765	—	—	—	5	—	—	—	—
765/760	—	—	1	2	—	—	—	—
Luftdruck (500 *mm* +)								
775/770	—	—	—	98·8	—	—	—	—
770/765	—	—	—	93·9	—	—	—	—
765/760	—	—	93 4	92·5	—	—	—	—
Temperaturabweichung (von +4°5)								
775/770	—	—	—	— 4·8	—	—	—	—
770/765	—	—	—	— 7·8	—	—	—	—
765/760	—	—	— 3·9	— 4·7	—	—	—	—

mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Bewölkung								
785/780	—	—	—	2	—	0	—	—
780/775	—	—	9	5	1	1	—	0
775/770	—	—	4	4	5	5	0	5
770/765	6	3	10	6	—	0	2	0
765/760	—	—	—	3	10	10	—	—
Wind (Richtung und Geschwindigkeit m. p. s.)								
785/780	—	—	—	N 49 E 5·8	—	N 45 E 5·5	—	—
780/775	—	—	W 45 N 10·5	N 18 E 4·7	N 5·5	E 17 S 3·1	—	S 2·0
775/770	—	—	N 12·0	N 14 E 5·9	S 11 W 1·9	N 84 E 0·8	S 45 W 10·5	S 56 W 6·7
770/765	S 45 W 13·5	W 49 N 5·7	N 3 E 8·4	W 69 N 3·4	—	W 0·7	—	N 0·0
765/760	—	—	—	W 45 N 3·5	N 13·5	W 8·0	—	—

hälfte.

Bjelašnica.

Warme Antizyklone.

mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Gewicht (Zahl der Beobachtungen)								
775/770	1	—	—	5	1	2	—	—
770/765	—	—	1	13	5	5	—	—
765/760	—	—	—	9	3	—	—	—
Luftdruck (500 *mm* +)								
775/770	102·7	—	—	101·0	102·8	101·9	—	—
770/765	—	—	100·1	98·9	98·7	99·5	—	—
765/760	—	—	—	96·7	98·1	—	—	—
Temperaturabweichung (von +4°5)								
775/770	+ 5·5	—	—	— 1·4	+ 3·3	+ 1·7	—	—
770/765	—	—	— 2·5	— 1·3	+ 1·1	+ 2·3	—	—
765/760	—	—	—	+ 1·2	+ 2·0	—	—	—

mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Absolute Feuchtigkeit								
775/770	—	—	—	3·5	—	—	—	—
770/765	—	—	—	3·2	—	—	—	—
765/760	—	—	4·8	4·4	—	—	—	—
Relative Feuchtigkeit								
775/770	—	—	—	77	—	—	—	—
770/765	—	—	—	89	—	—	—	—
765/760	—	—	100	93	—	—	—	—
Bewölkung								
775/770	—	—	—	5	—	—	—	—
770/765	—	—	—	8	—	—	—	—
765/760	—	—	10	10	—	—	—	—
Wind (Richtung und Geschwindigkeit m. p. s.)								
775/770	—	—	—	N 55 E 4·8	—	—	—	—
770/765	—	—	—	N 10·1	—	—	—	—
765/760	—	—	N 45 E 3·5	N 14 E 11·4	—	—	—	—

Bjelašnica habe ich gewählt, weil sie die SW-lichste von allen europäischen, regelmäßig beobachtenden Bergobservatorien ist. Das Material der hier benutzten 8 Jahre, 1895 bis inkl. 1903, wie man in der »Gewichtstabelle« sieht, ist sehr ungenügend für das Studium der kalten Antizyklone der beiden Jahres hälften und für die warme Sommerantizyklone; für die warme Winterantizyklone machen bloß die Mittelwerte des SE-Sektors einen Anspruch auf allgemeine Gültigkeit.

Luftdruckverteilung. Luftdruckmittelwerte sind sehr roh, für die warmen Antizyklonen größer als für die kalten.

Temperatur. Die mittlere Temperatur für den Morgentermin für das Winterhalbjahr beträgt für die betrachtete Frist —4°7 C, für das Sommerhalbjahr +4°5 C. Über die Lage der kalten und der warmen Gebiete im Bjelašnicaniveau der beiden Winterantizyklonen lassen sich sehr zweifelhafte Schlüsse machen. Das kalte Gebiet der kalten Antizyklone liegt wahrscheinlich in den äußeren Druckstufen des S-Sektors ein wenig gegen SE, in der warmen Antizyklone in den E- bis SE-Sektoren; das warme Gebiet in dieser Antizyklone ist wahrscheinlich in dem NW-Sektor.

Relative Feuchtigkeit. In der Winterhälfte ist die kleinste relative Feuchtigkeit in der kalten und in der warmen Antizyklone in den SE-, beziehungsweise NW-Sektoren.

Dunstdruck. Der kleinste Dunstdruck in der warmen Winterantizyklone im Mittel ist — wenn man die Tafel des Luftdruckes und der Temperatur berücksichtigt — wahrscheinlich in den SE- bis E-Sektoren

mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Absolute Feuchtigkeit								
775/770	6·8	—	—	4·1	3·3	3·4	—	—
770/765	—	—	4·9	5·5	4·9	5·1	—	—
765/760	—	—	—	6·9	6·7	—	—	—
Relative Feuchtigkeit								
775/770	73	—	—	79	42	48	—	—
770/765	—	—	92	95	84	72	—	—
765/760	—	—	—	100	93	—	—	—
Bewölkung								
775/770	0	—	—	3	0	1	—	—
770/765	—	—	0	8	6	4	—	—
765/760	—	—	—	10	7	—	—	—
Wind (Richtung und Geschwindigkeit m. p. s.)								
775/770	N 3·5	—	—	N 17 E 5·2	N 45 E 2·0	N 13 E 5·4	—	—
770/765	—	—	N 45 E 3·5	N 6 E 10·0	W 85 N 7·3	N 12 E 4·2	—	—
765/760	—	—	—	N 6 E 10·9	N 8·5	—	—	—

in der Nähe des Zentrums zu suchen, also koinzidiert mit dem Gebiete der niedrigsten Temperatur, wie es auf dem Obir der Fall war.

Bewölkung. Die Bewölkung der kalten Antizyklone ist größer als die der warmen.

Windverhältnisse. Die Windverhältnisse der kalten und der warmen Antizyklone im Bjelašnicaniveau entsprechen allgemein jenen des Obirs.

Mt. Ventoux.

1900 *m*; 44° 10′ nördl. Br., 5° 17′ östl. v. Gr.

Winter-

Kalte Antizyklone.

mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Gewicht (Zahl der Beobachtungen)								
785/780	—	—	—	—	—	—	—	—
780/775	—	—	—	2	—	1	—	—
775/770	—	—	2	7	6	11	1	—
770/765	—	—	2	11	7	12	4	—
765/760	—	—	—	4	1	6	4	—
Luftdruck (500 *mm* +)								
785/780	—	—	—	—	—	—	—	—
780/775	—	—	—	104·8	—	109·0	—	—
775/770	—	—	102·9	106·2	106·7	107·3	109·2	—
770/765	—	—	98·4	102·7	105·7	103·9	102·9	—
765/760	—	—	—	100·3	103·6	99·9	102·8	—
Temperaturabweichung (von —3°1)								
785/780	—	—	—	—	—	—	—	—
780/775	—	—	—	— 3·4	—	— 5·8	—	—
775/770	—	—	— 3·0	— 2·8	— 3·0	— 4·2	+ 0·2	—
770/765	—	—	— 11·2	— 4·3	— 2·3	— 2·9	— 3·7	—
765/760	—	—	—	— 2·0	+ 1·0	— 2·4	+ 2·0	—
Relative Feuchtigkeit								
785/780	—	—	—	—	—	—	—	—
780/775	—	—	—	61	—	100	—	—
775/770	—	—	32	72	68	74	82	—
770/765	—	—	100	75	61	61	66	—
765/760	—	—	—	69	100	64	54	—
Bewölkung								
785/780	—	—	—	—	—	—	—	—
780/775	—	—	—	2	—	10	—	—
775/770	—	—	0	3	4	5	7	—
770/765	—	—	10	6	4	3	3	—
765/760	—	—	—	3	10	2	5	—

Mt. Ventoux.

1900 *m*; 44° 10′ nördl. Br., 5° 17′ östl. v. Gr.

hälfte.

Warme Antizyklone.

mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Gewicht (Zahl der Beobachtungen)								
785/780	—	—	—	—	—	—	1	—
780/775	—	—	—	2	2	17	13	—
775/770	—	—	—	4	8	56	29	—
770/765	—	—	—	5	7	21	30	4
765/760	—	—	—	—	5	6	4	3
Luftdruck (500 *mm* +)								
785/780	—	—	—	—	—	—	118·6	—
780/775	—	—	—	116·0	114·0	114·8	114·0	—
775/770	—	—	—	112·3	112·1	111·7	111·6	—
770/765	—	—	—	107·2	108·0	108·6	108·1	110·2
765/760	—	—	—	—	103·6	104·7	100·7	102·7
Temperaturabweichung (von —3°1)								
785/780	—	—	—	—	—	—	+ 6·9	—
780/775	—	—	—	+ 5·1	+ 5·4	+ 1·8	+ 1·5	—
775/770	—	—	—	+ 9·5	+ 4·1	+ 2·3	+ 3·2	—
770/765	—	—	—	+ 2·9	+ 3·1	+ 4·0	+ 4·0	+ 8·2
765/760	—	—	—	—	+ 2·3	+ 4·9	+ 1·9	+ 0·4
Relative Feuchtigkeit								
785/780	—	—	—	—	—	—	(19)	—
780/775	—	—	—	51	51	53	46	—
775/770	—	—	—	42	58	48	61	—
770/765	—	—	—	72	53	62	69	74
765/760	—	—	—	—	61	87	98	100
Bewölkung								
785/780	—	—	—	—	—	—	0	—
780/775	—	—	—	0	0	0	1	—
775/770	—	—	—	0	0	0	3	—
770/765	—	—	—	3	1	3	4	4
765/760	—	—	—	—	3	8	10	10

mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Wind (Richtung und Geschwindigkeit m. p. s.)								
785/780	—	—	—	—	—	—	—	—
780/775	—	—	—	W 45 N 6·0	—	S 3·0	—	—
775/770	—	—	N 8·0	N 6 E 2·8	N 20 E 2·6	S 8 W 1·5	E 68 S 7·0	—
770/765	—	—	N 11·0	W 69 E 7·3	E 32 S 3·2	N 49 E 2·4	E 38 S 4·1	—
765/760	—	—	—	N 2 E 7·3	S 3·0	E 28 S 1·2	S 76 W 0·8	—

Mt. Ventoux.

Sommer-

Kalte Antizyklone.

mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Gewicht (Zahl der Beobachtungen)								
775/770	—	—	—	—	1	1	—	—
770/765	—	—	4	13	7	20	4	—
765/760	—	—	—	5	7	6	1	—
Luftdruck (500 *mm* +)								
775/770	—	—	—	—	107·8	111·9	—	—
770/765	—	—	107·8	106·4	107·1	109·9	110·7	—
765/760	—	—	—	106·9	106·2	106·8	107·9	—
Temperaturabweichung (von +4°9)								
775/770	—	—	—	—	— 5·3	— 3·2	—	—
770/765	—	—	— 1·5	— 3·0	— 1·6	+ 1·3	+ 1·5	—
765/760	—	—	—	+ 2·0	+ 0·3	+ 2·1	0·0	—
Relative Feuchtigkeit								
775/770	—	—	—	—	55	100	—	—
770/765	—	—	49	48	64	50	71	—
765/760	—	—	—	50	50	54	48	—

mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Wind (Richtung und Geschwindigkeit m. p. s.)								
785/780	—	—	—	—	—	—	N 45 E 1·5	—
780/775	—	—	—	N 45 E 7·0	N 3·2	N 38 E 1·0	E 29 S 1·7	—
775/770	—	—	—	N 62 E 1·7	N 23 E 1·6	E 22 S 1·5	E 45 S 2·3	—
770/765	—	—	—	E 29 S 4·9	W 67 N 0·6	E 32 S 2·5	E 54 S 4·8	E 80 S 3·2
765/760	—	—	—	—	N 72 E 2·3	E 51 S 3·9	E 41 S 8·9	E 45 S 7·0

Mt. Ventoux.

hälfte.

Warme Antizyklone.

mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Gewicht (Zahl der Beobachtungen)								
775/770	—	—	—	—	—	3	3	—
770/765	—	—	—	2	4	44	11	—
765/760	—	—	—	2	10	19	4	—
Luftdruck (500 *mm* +)								
775/770	—	—	—	—	—	113·9	115·9	—
770/765	—	—	—	111·3	113·7	112·4	113·1	—
765/760	—	—	—	110·9	107·7	109·7	110·4	—
Temperaturabweichung (von +4°9)								
775/770	—	—	—	—	—	+ 1·7	+ 4·1	—
770/765	—	—	—	+ 3·5	+ 6·8	+ 5·5	+ 6·2	—
765/760	—	—	—	+ 6·4	+ 1·1	+ 5·0	+ 4·8	—
Relative Feuchtigkeit								
775/770	—	—	—	—	—	59	63	—
770/765	—	—	—	56	63	68	63	—
765/760	—	—	—	56	60	68	68	—

mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Bewölkung								
775/770	—	—	—	—	0	10	—	—
770/765	—	—	4	1	2	1	4	—
765/760	—	—	—	2	1	1	0	—
Wind (Richtung und Geschwindigkeit m. p. s.)								
775/770	—	—	—	—	N 0·5	S 7·0	—	—
770/765	—	—	N 11 E 7·2	N 2 E 5·9	E 28 S 2·8	N 46 E 1·5	E 65 S 4·3	—
765/760	—	—	—	W 74 N 4·8	E 43 S 4·3	N 44 E 2·2	E 68 S 5·0	—

Bei dieser Bergstation sind meist die südlichen Sektoren vertreten.

Luftdruckverteilung. Der mittlere Luftdruck für das Mt. Ventouxniveau ist in der warmen Antizyklone höher als in der kalten Antizyklone; die Differenz zwischen den beiden nimmt gegen das Zentrum zu.

Temperatur. Die mittlere Temperatur für den Morgentermin für die Winterhälfte beträgt —3°1 C, für die Sommerhälfte + 4°9 C.

Winterhälfte.

Mittlere Abweichungen der Temperatur für verschiedene Sektoren.

	E	SE	S	SW	W	NW
Kalte Antizyklone	(— 7·1*?)	— 3·1	— 1·4 (— 2·6)	— 3·8 (— 4·3)*	— 0·5	—
Warme »		+ 5·8	+ 3·7	+ 3·2*	+ 3·5	+ 4·3

Sommerhälfte.

Mittlere Abweichungen der Temperatur für verschiedene Sektoren.

	E	SE	S	SW	W	NW
Kalte Antizyklone	(— 1·5)	— 0·5	— 3·3*	+ 0·2	+ 0·7	—
Warme »		+ 4·9	+ 3·9	+ 4·1	+ 5·0	—

mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Bewölkung								
775/770	—	—	—	—	—	0	0	—
770/765	—	—	—	0	3	2	1	—
765/760	—	—	—	0	2	2	3	—
Wind (Richtung und Geschwindigkeit m. p. s.)								
775/770	—	—	—	—	—	E 52 S 2·2	E 85 S 4·5	—
770/765	—	—	—	N 45 E 2·1	N 53 E 2·4	E 58 S 1·2	E 61 S 2·8	—
765/760	—	—	—	S 36 W 2·8	N 17 E 2·9	E 44 S 3·8	E 41 S 2·8	—

Die größten negativen Abweichungen in der kalten Sommer- und Winterantizyklone fallen auf den S-, beziehungsweise SW-Sektor. (Die Temperaturabweichung [—7°1C] in dem E-Sektor der kalten Winterantizyklone ist zu groß, wie man aus dem korrespondierenden Luftdruck sehen kann.) In der kalten Sommerantizyklone begegnet man in den SW- und W-Sektoren positiven Temperaturabweichungen.

Die kleinsten positiven Abweichungen in der warmen Sommer- und Winterantizyklone fallen auf den S-, beziehungsweise SW-Sektor.

Relative Feuchtigkeit. Die relative Feuchtigkeit ist kleiner in den warmen als in den kalten Antizyklonen und in den E- bis S-Sektoren der warmen Winterantizyklone kleiner als in dem W-Sektor.

Bewölkung. Die Bewölkung der warmen Antizyklonen ist kleiner als die der kalten.

Windverhältnisse. Die Winde der kalten Antizyklone im Mt. Ventouxniveau stellen eine antizyklonale Ausströmung dar wie am Obir, die äußerste Druckstufe des W-Sektors ausgenommen, wo die Luftströmung nach einwärts gerichtet ist.

Die Windverhältnisse der warmen Antizyklone stellen in allen vertretenen Sektoren, auch in dem NW (vergleiche Obir), eine antizyklonale Ausströmung dar.

Schneekoppe.

1603 *m*; 50°44′ nördl. Br., 15°44′ östl. v. Gr.

Winter-

Kalte Antizyklone.

mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
				Gewicht				
785/780	—	—	2	—	—	4	2	1
780/775	2	1	11	6	2	8	9	1
775/770	1	2	12	10	3	7	6	2
770/765	1	9	15	4	—	1	2	4
765/760	—	3	4	2	—	—	—	1
				Luftdruck (600 *mm* +)				
785/780	—	—	36·6	—	—	34·2	34·0	37·3
780/775	32·9	29·9	30·8	30·3	32·4	30·1	31·2	32·6
775/770	30·2	25·2	29·8	27·5	30·3	25·4	26·7	32·1
770/765	22·2	24·5	25·4	22·8	—	25·9	20·5	25·5
765/760	—	20·7	21·3	17·4	—	—	—	15·1
				Temperaturabweichung (von —5°3)				
785/780	—	—	— 7·0	—	—	— 7·0	— 9·3	— 4·4
780/775	— 3·2	— 8·0	— 7·5	— 8·7	— 5·6	— 10·5	— 5·5	— 4·3
775/770	— 3·2	— 11·1	— 4·6	— 9·4	— 5·0	— 11·6	— 6·0	— 6·8
770/765	— 10·9	— 5·1	— 6·0	— 11·2	—	— 7·3	— 8·0	— 2·8
765/760	—	— 3·5	— 4·8	— 13·8	—	—	—	— 5·1
				Bewölkung				
785/780	—	—	0	—	—	5	0	2
780/775	0	2	7	6	7	4	2	0
775/770	0	0	9	9	10	1	4	4
770/765	0	8	9	9	—	0	10	1
765/760	—	10	10	10	—	—	—	8
				Wind (Richtung und Geschwindigkeit m. p. s.)				
785/780	—	—	N 56 E 3·0	—	—	E 27 S 5·4	E 36 S 6·7	N 4·8
780/775	W 17 N 3·6	N 3·1	W 68 N 5·3	N 16 E 10·1	N 35 E 11·6	N 60 E 9·4	E 62 S 5·7	S 4·8
775/770	S 1·7	W 73 N 3·6	N 5 E 3·6	W 66 N 5·1	E 3 S 0·6	E 26 S 9·1	E 54 S 9·8	S 16 W 6·2
770/765	S 6·7	W 21 N 5·9	W 55 N 4·5	W 79 N 9·9	—	E 45 S 6·7	S 13 W 17·2	S 36 W 8·3
765/760	—	W 15 N 8·2	W 41 N 14·4	W 71 N 10·0	—	—	—	W 23 N 12·9

Schneekoppe.

1603 *m*; 50°44′ nördl. Br., 15°44′ östl. v. Gr.

hälfte.

Warme Antizyklone.

mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
				Gewicht				
785/780	7	3	—	—	—	1	1	—
780/775	18	23	7	5	2	3	10	13
775/770	34	48	24	8	3	5	10	15
770/765	9	29	15	1	3	1	4	20
765/760	7	4	1	—	—	—	1	2
				Luftdruck (600 *mm* +)				
785/780	38·6	36·8	—	—	—	36·9	34·7	—
780/775	36·4	34·4	34·0	36·4	34·0	35·7	35·0	34·5
775/770	32·9	32·1	31·6	31·4	32·1	31·8	31·5	31·5
770/765	29·6	28·0	29·0	30·6	26·5	30·2	29·8	29·7
765/760	26·7	24·6	22·2	—	—	—	18·9	25·3
				Temperaturabweichung (von —5°3)				
785/780	+ 4·8	— 2·0	—	—	—	— 1·8	— 0·7	—
780/775	+ 4·9	+ 2·3	— 2·8	+ 6·0	+ 2·4	+ 3·3	+ 1·1	+ 3·9
775/770	+ 5·2	+ 4·0	+ 1·7	+ 2·4	— 1·1	+ 3·0	+ 2·9	+ 2·8
770/765	+ 2·6	+ 3·4	+ 2·2	+ 0·7	— 3·4	+ 1·5	+ 7·7	+ 7·2
765/760	+ 7·0	+ 3·0	— 1·8	—	—	—	— 2·0	+ 7·2
				Bewölkung				
785/780	2	6	—	—	—	0	0	—
780/775	2	3	7	4	1	0	2	1
775/770	4	6	6	4	3	2	2	3
770/765	3	7	8	2	4	0	5	3
765/760	5	7	10	—	—	—	2	5
				Wind (Richtung und Geschwindigkeit m. p. s.)				
785/780	S 26 W 4·6	N 10·1	—	—	—	E 4·8	S 45 W 4·8	—
780/775	W 1 N 2·1	W 40 N 4·1	N 8 E 3·4	N 17 E 5·1	E 16 S 6·3	E 16 S 5·6	E 68 S 4·8	S 20 W 4·0
775/770	S 89 W 3·1	W 29 N 7·9	W 51 N 6·2	N 11 E 4·1	N 58 E 7·1	E 23 S 5·1	S 3 W 6·6	S 26 W 4·6
770/765	S 81 W 4·5	W 22 N 9·7	W 57 N 3·3	W 45 N 4·8	N 39 E 6·7	N 3·1	S 39 W 3·6	S 41 W 2·9
765/760	S 54 W 7·5	W 10 N 8·7	W 45 N 15·4	—	—	—	S 10·5	S 45 W 6·9

Schneekoppe.

Sommer-

Kalte Antizyklone.

mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Gewicht (Zahl der Beobachtungen)								
775/770	1	1	11	—	1	1	2	1
770/765	2	19	25	3	1	—	1	1
765/760	3	11	12	—	—	—	—	—
Luftdruck (600 *mm* +)								
775/770	38·4	29·9	32·5	—	33·1	34·8	33·4	34·9
770/765	28·5	31·2	29·6	27·7	31·1	—	32·5	29·6
765/760	26·4	25·4	26·3	—	—	—	—	—
Temperaturabweichung (von +4°0)								
775/770	+ 4·6	— 10·6	— 6·0	—	— 6·0	— 0·9	— 6·2	+ 1·1
770/765	— 5·4	— 2·3	— 4·7	— 7·2	— 6·7	—	— 3·4	— 0·2
765/760	— 7·3	— 4·3	— 4·7	—	—	—	—	—
Bewölkung								
775/770	0	10	9	—	10	0	4	2
770/765	8	9	8	10	10	—	2	8
765/760	6	9	9	—	—	—	—	—
Wind (Richtung und Geschwindigkeit m. p. s.)								
775/770	S 10·7	W 68 N 6·7	N 2 E 6·2	—	N 23 E 10·7	E 45 S 12·9	N 37 E 6·6	W 6·7
770/765	W 12 N 8·4	W 58 N 6·7	W 63 N 7·5	N 15 E 12·4	N 10·7	—	N 3·1	S 2·6
765/760	W 10·3	W 28 N 7·3	W 54 N 12·2	—	—	—	—	—

Luftdruckverteilung. Der Luftdruck in der warmen Antizyklone steht höher als in der kalten, die Differenz zwischen den korrespondierenden Luftdruckmitteln wächst nicht wie auf dem Sonnblick zu dem Zentrum zu, sondern ist die größte am Rande des südlichen Sektors.

Temperatur. Die mittlere Temperatur für den Morgentermin für die Winterhälfte beträgt —5°3 C, für die Sommerhälfte +4°0 C.

hälfte.

Schneekoppe.

Warme Antizyklone.

mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Gewicht (Zahl der Beobachtungen)								
775/770	2	4	9	2	3	3	7	4
770/765	10	29	25	13	6	8	12	8
765/760	1	10	8	2	1	—	1	2
Luftdruck (600 *mm* +)								
775/770	36·4	34·9	34·9	35·0	34·3	37·0	35·6	37·1
770/765	33·8	32·8	32·3	32·2	33·2	34·1	33·6	33·6
765/760	32·0	31·8	31·0	30·8	24·9	—	29·5	32·9
Temperaturabweichung (von +4°0)								
775/770	+ 5·4	+ 2·0	— 3·3	+ 0·4	— 1·9	+ 6·0	+ 2·0	+ 3·7
770/765	+ 4·4	+ 2·9	— 0·1	— 1·6	+ 4·9	+ 5·5	+ 5·9	+ 5·5
765/760	+ 5·7	+ 5·2	+ 4·7	— 1·3	— 5·0	—	+ 3·8	+ 7·5
Bewölkung								
775/770	5	4	8	1	7	1	0	2
770/765	2	6	7	5	2	3	3	2
765/760	2	5	6	10	10	—	2	5
Wind (Richtung und Geschwindigkeit m. p. s.)								
775/770	S 32 W 1·1	W 34 N 1·6	W 51 N 4·6	N 72 E 5·6	W 45 N 2·2	W 29 N 1·8	S 14 W 1·0	S 61 W 0·9
770/765	W 10 N 2·1	W 31 N 4·6	W 64 N 4·9	W 71 N 3·8	E 7 S 2·5	S 1·9	S 26 W 3·2	E 88 S 6·0
765/760	W 45 N 3·1	W 21 N 3·0	W 69 N 5·9	W 75 N 10·4	E 10·7	—	S 45 W 8·8	S 36 W 4·0

Winterhälfte.

Mittlere Abweichungen der Temperatur für verschiedene Sektoren.

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Kalte Antizyklone . .	— 5·8	— 6·9	— 6·0	—10·8*	— 5·3	— 9·1	— 7·2	— 4·7*
Warme » .	+ 4·9	+ 2·1	— 0·2*	+ 3·0	— 0·7*	+ 1·5	+ 1·8	+ 7·0*

Mittlere Abweichungen der Temperatur für verschiedene Druckstufen.

	785/780	780/775	775/770	770/765	765/760
Kalte Antizyklone . .	— 6·9	— 6·7	— 7·2	— 7·3*	— 6·8
Warme » . .	+ 0·1	+ 2·6	+ 2·6	+ 2·7	+ 2·5

Sommerhälfte.

Mittlere Abweichungen der Temperatur für verschiedene Sektoren.

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Kalte Antizyklone .	— 6·3 (— 2·7)	— 5·8 (— 3·8)	— 5·1	— 7·2*	— 6·3	— 0·9?	— 4·8	+ 0·5?*
Warme » .	+ 5·2	+ 3·0	+ 0·4	— 0·8*	— 0·6 (+ 1·5)	+ 5·8?	+ 3·9	+ 5·6*

Mittlere Abweichungen der Temperatur für verschiedene Druckstufen.

	775/770	770/765	765/760
Kalte Antizyklone . .	— 3·6 (— 4·8)	— 4·3	(— 5·9)
Warme » . .	+ 1·8	+ 3·4	+ 2·7 (+ 4·3)

Die größte negative Abweichung der kalten Winterantizyklone fällt auf die Druckstufe (770 bis 765 *mm*) des SE- und des SW-Sektors, in der kalten Sommerantizyklone auf den SE-Sektor.

Die kleinste Abweichung der beiden kalten Antizyklonen fällt auf den NW-Sektor; in der Sommerantizyklone wird diese Abweichung (in dem NW-Sektor) positiv.

In der kalten Antizyklone macht sich noch ein Kältegebiet in den N- und NE-Sektoren bemerkbar. Daß die drei Kältegebiete (siehe Fig. 4) nicht alle zusammen auftreten können, sondern daß entweder das Gebiet I oder die Gebiete II und III zusammen auftreten, wird später klar werden. Die kleinste (negative) Abweichung in den warmen Antizyklonen fällt auf den S-, beziehungsweise SE-Sektor, die größte positive Abweichung auf die NW-Sektoren. (In dem E-Sektor der warmen Winterantizyklone macht sich noch ein Kältegebiet bemerkbar.)

Bewölkung. Die Bewölkung ist größer in der kalten als in der warmen Antizyklone, und nimmt in den beiden gegen das Zentrum ab. An der Frontseite der Antizyklonen ist die Bewölkung allgemein größer als an der Rückseite.

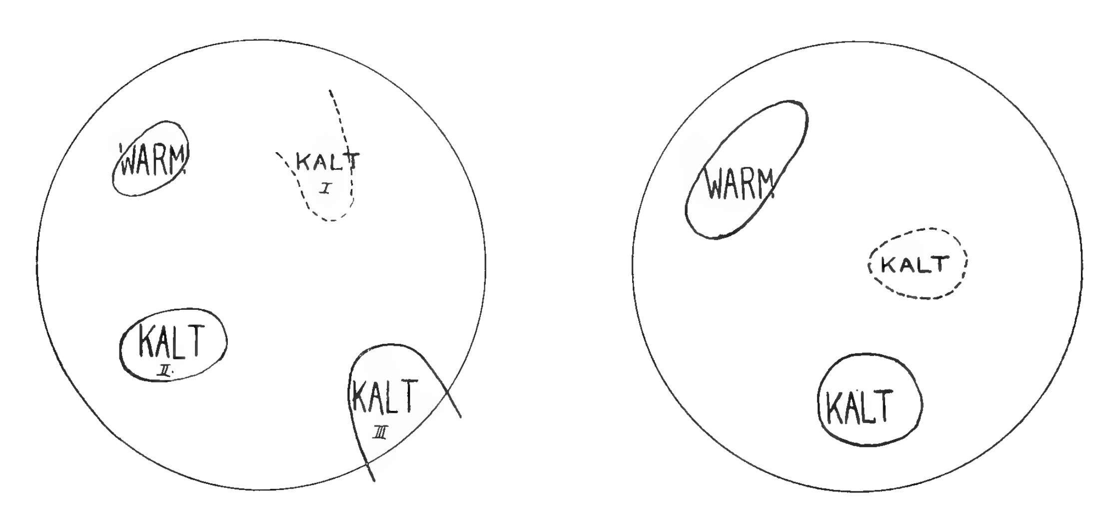
Windverhältnisse. Im Schneekoppeniveau ist der antizyklonale Wirbel sehr deutlich ausgeprägt. Das Zentrum dieses Wirbels in der warmen Antizyklone koinzidiert mit dem Zentrum des höchsten

(Winterhälfte.)

Die Lage der kalten und der warmen Gebiete in der

kalten Antizyklone warmen Antizyklone.

Fig. 4.



Druckes im Meeresniveau; in der kalten Antizyklone ist dasselbe gegen den NW verschoben. Es ist also »die Achse« des kalten antizyklonalen Wirbels stärker nach rückwärts geneigt als die des warmen.

Belchen.

1394 *m*; 47°53′ nördl. Br., 7°6′ östl. v. Gr.

Winter-

Kalte Antizyklone.

mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Gewicht (Zahl der Beobachtungen)								
785/780	—	—	3	—	1	1	1	—
780/775	—	1	3	4	2	3	3	—
775/770	—	4	5	8	7	13	10	—
770/765	—	1	1	5	2	8	9	2
765/760	—	1	—	—	2	1	5	3
Luftdruck (600 *mm* +)								
785/780	—	—	54·7	—	51·0	51·9	51·6	—
780/775	—	52·8	51·3	49·8	52·2	50·8	50·5	—
775/770	—	48·6	46·6	46·5	46·4	45·8	48·5	—
770/765	—	48·3	45·6	42·8	42·3	42·7	43·6	43·8
765/760	—	41·9	—	—	36·3	35·7	38·6	39·7
Temperaturabweichung (von —1°9)								
785/780	—	—	— 6·9	—	— 10·7	— 13·5	— 9·8	—
780/775	—	— 3·3	— 4·7	— 7·1	— 1·9	— 9·1	— 4·4	—
775/770	—	— 4·9	— 7·3	— 6·7	— 8·0	— 6·5	— 4·9	—
770/765	—	+ 1·1	— 4·9	— 7·3	— 8·6	— 7·1	— 4·9	— 4·1
765/760	—	— 0·1	—	—	— 14·9	— 7·8	— 3·5	— 5·3
Relative Feuchtigkeit								
785/780	—	—	100	—	88	91	57	—
780/775	—	100	92	94	—	84	90	—
775/770	—	100	94	93	91	94	88	—
770/765	—	100	97	71	91	87	88	85
765/760	—	100	—	—	100	81	97	100
Dunstdruck								
785/780	—	—	—	—	1·5	1·3	1·0	—
780/775	—	—	2·8	2·0	—	1·3	3·1	—
775/770	—	—	2·3	2·7	1·5	2·0	1·9	—
770/765	—	4·3	2·8	1·6	1·8	2·6	2·6	2·4
765/760	—	4·0	—	—	1·1	1·7	2·0	—

Belchen.

1394 *m*; 47°53′ nördl. Br., 7° 6′ östl. v. Gr.

hälfte.

Warme Antizyklone.

mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Gewicht (Zahl der Beobachtungen)								
785/780	—	1	1	—	—	—	4	—
780/775	—	4	—	4	6	1	48	8
775/770	—	3	3	5	13	7	60	24
770/765	1	—	1	2	6	10	25	9
765/760	1	—	—	—	2	3	3	6
Luftdruck (600 *mm* +)								
785/780	—	56·4	58·4	—	—	—	57·7	—
780/775	—	52·8	—	53·5	53·2	50·7	53·6	53·7
775/770	—	50·6	49·4	50·6	49·0	50·3	49·8	50·5
770/765	46·4	—	44·5	46·3	46·9	46·5	47·0	46·8
765/760	40·9	—	—	—	43·4	41·8	41·8	43·8
Temperaturabweichung (von —1°9)								
785/780	—	+ 1·7	+ 2·9	—	—	—	+ 4·3	—
780/775	—	+ 1·8	—	+ 3·5	+ 1·9	— 3·5	+ 3·6	+ 1·6
775/770	—	+ 6·7	— 0·3	+ 3·7	+ 4·0	+ 4·3	+ 4·7	+ 4·3
770/765	+ 13·0	—	— 5·9	+ 2·5	+ 5·6	+ 4·2	+ 6·5	+ 7·9
765/760	+ 2·8	—	—	—	+ 3·2	+ 4·0	+ 6·1	+ 7·0
Relative Feuchtigkeit								
785/780	—	—	—	—	—	—	67	—
780/775	—	—	—	100	88	—	80	82
775/770	—	61	81	95	76	72	71	76
770/765	52	—	89	85	78	85	78	74
765/760	—	—	—	—	83	100	66	95
Dunstdruck								
785/780	—	—	—	—	—	—	3·2	—
780/775	—	—	—	—	4·3	—	3·9	1·8
775/770	—	3·2	3·2	4·4	3·7	3·7	4·3	4·2
770/765	5·1	—	2·2	4·8	4·8	4·7	5·1	5·2
765/760	—	—	—	—	4·2	6·2	3·9	5·8

mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Bewölkung								
785/780	—	—	10	—	0	10	0	—
780/775	—	10	7	8	6	10	0	—
775/770	—	9	9	5	4	4	3	—
770/765	—	8	10	2	5	4	3	0
765/760	—	10	—	—	5	0	5	6
Wind (Richtung und Geschwindigkeit m. p. s.)								
785/780	—	—	W 79 N 5·7	—	N 6·7	N 12·9	N 45 E 15·4	—
780/775	—	W 45 N 10·7	N 3·2	N 31 E 7·7	N 36 E 3·9	N 12 E 7·5	N 10 E 6·4	—
775/770	—	W 51 N 5·5	W 79 N 2·4	N 34 E 7·6	N 42 E 7·6	N 31 E 7·2	N 46 E 1·1	—
770/765	—	N 45 E 6·7	N 7·7	N 17 E 3·2	N 17 E 5·8	N 34 E 3·3	W 46 N 1·1	W 60 N 2·7
765/760	—	W 10·7	—	—	N 5·3	E 45 S 1·7	N 15 E 1·5	S 76 W 7·7

Belchen.

Sommer-

Kalte Antizyklone.

mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Gewicht (Zahl der Beobachtungen)								
775/770	—	2	7	8	1	8	4	1
770/765	—	5	7	7	5	6	15	3
765/760	—	—	1	—	—	1	2	1
Luftdruck (600 *mm* +)								
775/770	—	50·5	48·5	50·6	51·3	50·6	51·0	49·0
770/765	—	47·0	48·6	47·0	48·3	48·5	49·6	47·4
765/760	—	—	47·0	—	—	48·4	44·6	47·0
Temperaturabweichung (von +7°3)								
775/770	—	— 5·9	— 9·5	— 4·0	+ 1·2	— 2·1	— 4·4	— 10·5
770/765	—	— 6·5	— 4·1	— 3·8	+ 1·7	— 2·2	+ 0·3	— 1·3
765/760	—	—	+ 3·1	—	—	+ 2·9	— 4·4	+ 0·4

mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Bewölkung								
785/780	—	10	0	—	—	—	2	—
780/775	—	5	—	3	0	10	1	5
775/770	—	5	8	6	0	2	2	2
770/765	7	—	8	6	4	3	4	3
765/760	1	—	—	—	1	6	4	5
Wind (Richtung und Geschwindigkeit m. p. s.)								
785/780	—	W 45 N 6·7	N 45 E 3·1	—	—	—	N 51 E 2·9	—
780/775	—	W 64 N 2·6	—	N 21 E 6·4	N 15 E 5·2	N 45 E 1·7	W 55 N 1·1	W 86 N 3·0
775/770	—	W 2·5	W 61 N 5·6	N 8 E 6·1	N 55 E 5·7	N 37 E 2·4	W 23 N 0·7	W 4 N 1·9
770/765	W 8·8	—	N 4·8	N 56 E 5·6	N 52 E 3·5	N 77 E 3·5	S 58 W 3·6	S 89 W 3·2
765/760	S 45 W 6·7	—	—	—	N 63 E 8·7	E 26 S 2·2	S 2 W 3·7	S 73 W 6·6

hälfte.

Belchen.

Warme Antizyklone.

mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Gewicht (Zahl der Beobachtungen)								
775/770	—	—	—	3	1	7	12	1
770/765	—	—	2	3	7	14	50	7
765/760	—	—	—	1	1	7	7	6
Luftdruck (600 *mm* +)								
775/770	—	—	—	51·9	53·0	52·9	53·2	52·9
770/765	—	—	50·4	51·2	48·3	50·5	50·3	50·7
765/760	—	—	—	45·1	48·0	46·3	47·7	48·2
Temperaturabweichung (von +7°3)								
775/770	—	—	—	— 0·3	+ 4·6	+ 3·2	+ 4·3	+ 2·7
770/765	—	—	+ 4·4	+ 6·4	+ 1·4	+ 6·3	+ 6·4	+ 7·5
765/760	—	—	—	— 9·4	+ 11·1	+ 4·8	+ 6·5	+ 8·8

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Relative Feuchtigkeit								
775/770	—	99	97	86	71	83	92	100
770/765	—	96	89	86	81	94	80	83
765/760	—	—	95	—	—	79	74	87
Absolute Feuchtigkeit								
775/770	—	5·1	3·2	5·4	5·9	5·4	5·3	3·6
770/765	—	5·3	5·1	4·5	7·4	6·9	6·3	6·0
765/760	—	—	8·9	—	—	7·4	7·0	6·8
Bewölkung								
775/770	—	10	7	7	0	5	7	—
770/765	—	8	5	3	6	5	4	6
765/760	—	—	8	—	—	2	0	0
Wind (Richtung und Geschwindigkeit m. p. s.)								
775/770	—	N 12 E 2·9	W 86 N 3·5	N 41 E 6·8	E 10·7	N 63 E 3·9	S 68 W 0·1	N 45 E 8·8
770/765	—	W 36 N 4·1	N 24 E 3·4	N 52 E 7·1	N 40 E 2·7	N 50 E 8·7	W 56 N 1·1	E 13 S 3·2
765/760	—	—	W 1·7	—	—	N 45 E 1·7	W 45 N 3·1	S 3·1

Luftdruckverteilung. Der mittlere Luftdruck in der warmen Antizyklone ist größer als in der kalten, die Differenz wächst gegen den Rand zu.

Temperatur. Die mittlere Temperatur für den Morgentermin beträgt für die betrachtete Reihe von Jahren für die Winterhälfte —1°9 C, für die Sommerhälfte +7°3 C.

Winterhälfte.

Mittlere Abweichungen der Temperatur für verschiedene Sektoren.

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Kalte Antizyklone .	—	— 4·1	— 5·6 (— 5·9)	— 7·0	— 8·4* (— 8·8)	— 7·6 (— 8·8)	— 4·4 (— 5·5)	— 4·7
Warme » .	+ 7·9*	+ 5·1 (+ 4·2)	+ 1·6* (+ 3·1)	+ 3·2	+ 3·7	+ 2·5 (+ 4·2)	+ 5·0	+ 5·2

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Relative Feuchtigkeit								
775/770	—	—	—	86	97	76	78	100
770/765	—	—	83	84	83	80	79	78
765/760	—	—	—	89	67	71	76	88
Absolute Feuchtigkeit								
775/770	—	—	—	6·6	10·0	7·1	7·7	9·2
770/765	—	—	7·2	8·8	5·7	9·2	9·2	9·3
765/760	—	—	—	3·8	—	7·5	9·6	12·7
Bewölkung								
775/770	—	—	—	2	0	0	1	10
770/765	—	—	4	4	2	2	1	2
765/760	—	—	—	0	0	2	2	3
Wind (Richtung und Geschwindigkeit m. p. s.)								
775/770	—	—	—	N 47 E 5·8	N 45 E 10·7	N 41 E 1·2	W 13 N 8·7	W 45 N 10·7
770/765	—	—	N 23 E 2·4	W 81 N 2·7	N 17 E 3·2	N 41 E 1·2	E 88 S 3·1	W 2 N 5·4
765/760	—	—	—	N 7·8	N 45 E 3·1	E 48 S 2·7	W 1·5	S 74 W 2·7

Mittlere Abweichungen der Temperatur für verschiedene Druckstufen.

	785/780	780/775	775/770	770/765	765/760
Kalte Antizyklone .	(—10·3)	— 5·1	— 6·4	— 6·2	(— 7·9)
Warme » .	(+ 3·0)	+ 1·5	+ 3·9	+ 4·8	(+ 4·3)

Sommerhälfte.

Mittlere Abweichungen der Temperatur für verschiedene Sektoren.

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Kalte Antizyklone .	—	— 6·2	— 3·5	— 3·9	— 1·5*	— 0·5	— 2·8	— 3·8
Warme » .	—	—	(+ 4·4)?	— 1·1*	+ 5·7	+ 4·8	+ 5·7	+ 6·3*

Mittlere Abweichungen der Temperatur für verschiedene Druckstufen.

	775/770	770/765	765/760
Kalte Antizyklone . .	— 5·0	— 2·3	(+ 0·5)
Warme » . .	(+ 2·9)	(+ 5·4)	(+ 4·4)

Die größte negative Abweichung in der kalten Winterantizyklone liegt in dem S- bis SW-Sektor, die kleinste wahrscheinlich in dem N-Sektor. Die Gebiete der kleinsten und der größten Abweichung in der kalten Sommerantizyklone koinzidieren durchaus nicht mit denen der Winterantizyklone, es gilt bloß allgemein, daß die Frontseite der kalten Sommerantizyklone kälter ist als die Rückseite. — Was die warmen Antizyklonen des Sommers und des Winters betrifft, fällt die kleinste (negative) Abweichung auf den SE-, beziehungsweise E-, die größte positive Abweichung auf den NW- (?), beziehungsweise N-Sektor.

Dunstdruck und relative Feuchtigkeit. Der Dunstdruck ist allgemein in der Nähe des Zentrums der Antizyklone kleiner als in der Umgebung. Die relative Feuchtigkeit ist in den W-Sektoren kleiner als in den E-Sektoren.

Bewölkung. Die Bewölkung ist in den warmen Antizyklonen kleiner als in den kalten und in den W-Sektoren kleiner als in den E-Sektoren.

Windverhältnisse. Vergleicht man die Windverhältnisse in dem Belchenniveau mit jenen der um 200*m* höheren, östlich liegenden Schneekoppe, so sieht man einen auffallenden Unterschied.

In der kalten Antizyklone hat man in allen Sektoren Winde mit einer mehr oder weniger starken Komponente von N. Die mittlere Windgeschwindigkeit in dem W-Sektor ist auffallend klein, es über-

Ben Nevis.

1343 *m*; 56°48′ nördl Br., 5°0′ westl. v. Gr.

Winter-

Kalte Antizyklone.

mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Gewicht (Zahl der Beobachtungen)								
785/780	—	1	—	—	—	—	—	—
780/775	2	1	—	—	—	2	3	4
775/770	3	3	—	—	—	1	3	10
770/765	5	—	—	—	—	—	2	4
765/760	—	—	—	—	—	—	—	3

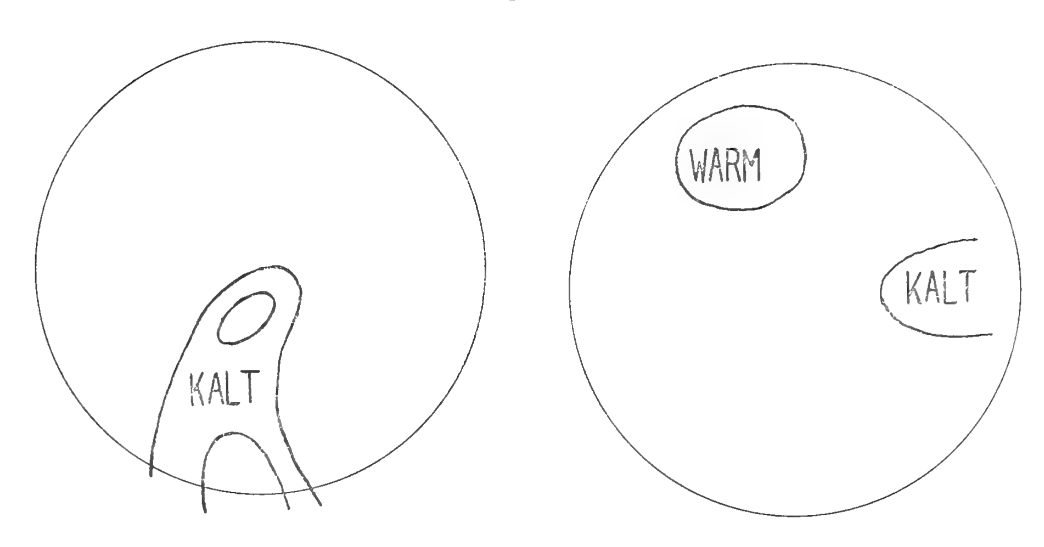
wiegen also dort im Mittel die Nordwinde über die Südwinde, die man eigentlich nach den Windverhältnissen der Schneekoppe erwartete. Es weißt also der SW-Quadrant auf eine große Ähnlichkeit mit den Windverhältnissen der kalten Antizyklone auf dem Pic du Midi hin.

Belchen (Winterhälfte).

Die Lage der kalten und der warmen Gebiete in der

kalten Antizyklone | warmen Antizyklone.

Fig. 5.



Auch die warme Antizyklone zeigt einen Unterschied. Die W- und NW-Sektoren haben eine einströmende Komponente, wodurch sie an die Windverhältnisse der warmen Antizyklone des östlich und mehr als zweimal so hohen Sonnblicks erinnern.

Ben Nevis.

1343 *m*; 56°48′ nördl. Br., 5°0′ westl. v. Gr.

hälfte.

Warme Antizyklone.

mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Gewicht (Zahl der Beobachtungen)								
785/780	—	—	—	—	—	—	1	1
780/775	—	—	—	—	—	—	—	4
775/770	3	2	—	—	—	—	3	13
770/765	1	—	—	—	—	—	3	12
765/760	—	—	—	—	—	—	—	5

mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Luftdruck (600 *mm* +)								
785/780	—	63·2	—	—	—	—	—	—
780/775	60·4	57·2	—	—	—	58·5	57·5	58·1
775/770	54·7	55·1	—	—	—	54·2	52·2	54·0
770/765	49·9	—	—	—	—	—	51·9	49·6
765/760	—	—	—	—	—	—	—	47·6
Temperaturabweichung (von —3°4)								
785/780	—	— 1·0	—	—	—	—	—	—
780/775	+ 2·3	+ 3·3	—	—	—	— 2·0	+ 2·1	+ 2·9
775/770	+ 2·5	+ 2·0	—	—	—	— 0·2	— 1·4	+ 3·7
770/765	+ 2·5	—	—	—	—	—	+ 1·2	+ 1·2
765/760	—	—	—	—	—	—	—	+ 3·1
Bewölkung								
785/780	—	10	—	—	—	—	—	—
780/775	10	10	—	—	—	5	9	7
775/770	10	7	—	—	—	10	4	10
770/765	8	—	—	—	—	—	5	8
765/760	—	—	—	—	—	—	—	10
Wind (Richtung und Geschwindigkeit m. p. s.)								
785/780	—	N 3·9	—	—	—	—	—	—
780/775	W 67 N 1·7	N 1·6	—	—	—	E 12 S 5·2	E 71 S 3·2	W 67 N 2·2
775/770	W 63 N 1·0	W 30 N 2·8	—	—	—	E 23 S 3·9	E 80 S 1·3	S 75 W 1·6
770/765	W 59 N 2·1	—	—	—	—	—	S 8 W 5·2	S 20 W 3·8
765/760	—	—	—	—	—	—	—	S 24 W 5·7

Ben Nevis.

Sommer-

Kalte Antizyklone.

mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Gewicht (Zahl der Beobachtungen)								
775/770	2	—	—	—	—	2	—	4
770/765	7	2	—	—	—	—	—	7
765/760	7	—	—	—	—	—	—	8

mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Luftdruck (600 *mm* +)								
785/780	—	—	—	—	—	—	51·0	61·0
780/775	—	—	—	—	—	—	—	57·3
775/770	55·9	54·1	—	—	—	—	54·8	55·5
770/765	47·6	—	—	—	—	—	52·2	51·6
765/760	—	—	—	—	—	—	—	47·2
Temperaturabweichung (von —3°4)								
785/780	—	—	—	—	—	—	+ 3·7	+ 5·7
780/775	—	—	—	—	—	—	—	+ 1·1
775/770	+ 6·1	0·0	—	—	—	—	+ 3·9	+ 4·7
770/765	+ 2·9	—	—	—	—	—	+ 8·8	+ 3·0
765/760	—	—	—	—	—	—	—	+ 1·6
Bewölkung								
785/780	—	—	—	—	—	—	0	0
780/775	—	—	—	—	—	—	—	5
775/770	6	0	—	—	—	—	0	7
770/765	—	—	—	—	—	—	2	9
765/760	—	—	—	—	—	—	—	8
Wind (Richtung und Geschwindigkeit m. p. s.)								
785/780	—	—	—	—	—	—	S 3·1	W 4·8
780/775	—	—	—	—	—	—	—	S 17 W 4·9
775/770	W 27 N 3·9	S 82 W 2·4	—	—	—	—	S 4·2	S 43 W 2·8
770/765	S 12·9	—	—	—	—	—	S 1 W 3·8	S 71 W 4·0
765/760	—	—	—	—	—	—	—	S 7 W 3·9

Ben Nevis.

hälfte.

Warme Antizyklone.

mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Gewicht (Zahl der Beobachtungen)								
775/770	1	2	—	1	—	1	1	6
770/765	2	2	—	—	—	1	4	10
765/760	1	1	—	—	—	—	2	6

mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Luftdruck (600 *mm* +)								
775/770	54·7	—	—	—	—	56·6	—	56·3
770/765	51·2	48·8	—	—	—	—	—	53·2
765/760	47·3	—	—	—	—	—	—	48·8
Temperaturabweichung (von +2°0)								
775/770	— 0·6	—	—	—	—	+ 1·6	—	+ 3·2
770/765	+ 0·6	— 1·4	—	—	—	—	—	+ 3·5
765/760	+ 2·3	—	—	—	—	—	—	+ 2·4
Bewölkung								
775/770	6	—	—	—	—	3	—	8
770/765	10	9	—	—	—	—	—	5
765/760	9	—	—	—	—	—	—	9
Wind (Richtung und Geschwindigkeit m. p. s.)								
775/770	W 53 N 2·3	—	—	—	—	N 0·5	—	S 45 W 5·8
770/765	S 75 W 2·5	W 23 N 2·4	—	—	—	—	—	S 40 W 1·7
765/760	S 41 W 3·0	—	—	—	—	—	—	S 32 W 2·3

Auf dem Ben Nevis ist bloß der NW-Quadrant vertreten.

Luftdruckverteilung. Die Differenz zwischen dem mittleren Luftdruck in der warmen und der kalten Antizyklone ist sehr klein.

Temperatur. Die mittlere Temperatur für den Morgentermin für die Winterhälfte beträgt —3°4 C, für die Sommerhälfte +2°0 C.

Die Temperatur in den vertretenen Sektoren der warmen Antizyklone ist im Mittel ein wenig höher als in der kalten. In der »kalten« Antizyklone sind alle Sektoren »mäßig warm«, der SW- und ein Teil des W-Sektors ausgenommen. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß die negativen Abweichungen auch in den höheren Druckstufen des S-, vielleicht SE- und S-Sektors vorkommen.

Bewölkung. Die Bewölkung ist in den beiden Antizyklonen groß und in der kalten größer als in der warmen.

Windverhältnisse. Die Windströmungen der warmen Antizyklone auf dem Ben Nevis schließen sich gut jenen auf der Schneekoppe an.

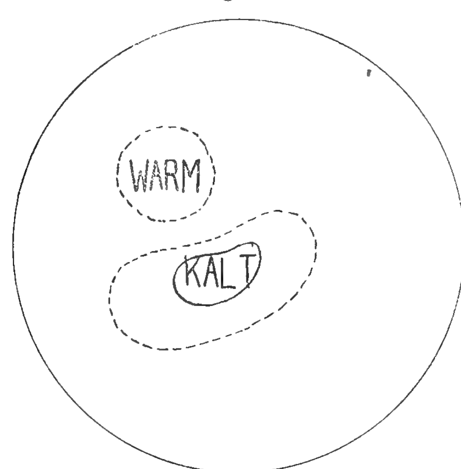
Die Windströmungen der kalten Antizyklone haben, die Druckstufen 760—770 *mm* des NW-Sektors ausgenommen, eine Ähnlichkeit mit den Windverhältnissen der kalten Antizyklone auf dem Sonnblick und auch mit jenen des Mt. Washington N. H. in Nordamerika. (Siehe: Hann, Lehrbuch der Meteorologie, 1. Ausgabe, p. 522, Fig. 63). In dem N- und NE-Sektor im Ben Nevisniveau ist eine mäßig warme bis mäßig

mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Luftdruck (600 *mm* +)								
775/770	56·3	56·2	—	58·6	—	54·4	56·0	55·1
770/765	53·2	52·6	—	—	—	51·9	51·2	52·9
765/760	49·1	51·8	—	—	—	—	50·9	47·3
Temperaturabweichung (von +2°0)								
775/770	+ 0·8	+ 1·5	—	+ 14·0	—	— 1·9	+ 0·9	+ 2·2
770/765	+ 4·8	+ 2·2	—	—	—	+ 0·4	+ 2·3	+ 2·3
765/760	+ 5·1	+ 6·3	—	—	—	—	+ 4·9	+ 2·9
Bewölkung								
775/770	9	10	—	0	—	9	5	4
770/765	6	8	—	—	—	0	3	8
765/760	10	9	—	—	—	—	2	10
Wind (Richtung und Geschwindigkeit m. p. s.)								
775/770	W 45 N 5·8	N 2·4	—	C 0·0	—	E 45 S 6·7	S 4·8	S 42 W 2·4
770/765	W 59 N 1·4	W 45 N 3·5	—	—	—	E 45 S 1·7	S 3 W 2·3	S 23 W 2·0
765/760	W 0·9	W 23 N 4·8	—	—	—	—	E 45 S 4·0	E 80 S 3·1

Ben Nevis (Winterhälfte).

Die Lage der kalten und der warmen Gebiete in der kalten Antizyklone.

Fig. 6.



kalte Nordströmung, in den äußeren Druckstufen des W- und NW-Sektors eine mäßig warme Südströmung. Die Windverhältnisse der beiden Sommerantizyklonen zeigen eine große Ähnlichkeit untereinander und stellen eine antizyklonale Ausströmung dar.

Brocken.

1143 *m*; 51°48′ nördl. Br., 10°37′ östl. v. Gr.

Winter-

Kalte Antizyklone.

mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Gewicht (Zahl der Beobachtungen)								
785/780	—	—	3	—	—	—	1	—
780/775	—	1	4	2	5	2	5	3
775/770	—	4	2	4	—	2	4	2
770/765	—	5	3	—	—	—	5	2
765/760	3	—	1	—	—	—	—	2
Luftdruck (600 *mm* +)								
775/780	—	—	73·3	—	—	—	77·2	—
780/775	—	73·8	71·9	70·4	70·6	68·2	70·5	69·8
775/770	—	66·3	66·9	64·5	—	66·1	65·6	68·5
770/765	—	63·6	65·4	—	—	—	63·5	62·3
765/760	58·7	—	56·1	—	—	—	—	59·1
Temperaturabweichung (von —2°3)								
785/780	—	—	— 8·3	—	—	—	— 0·4	—
780/775	—	— 1·1	— 4·3	— 8·4	— 7·4	— 13·1	— 7·8	— 4·1
775/770	—	— 6·5	— 8·2	— 11·2	—	— 6·3	— 11·3	— 8·9
770/765	—	— 1·3	— 3·4	—	—	—	— 7·8	— 9·3
765/760	— 3·9	—	— 7·1	—	—	—	—	— 5·5
Relative Feuchtigkeit								
785/780	—	—	83	—	—	—	81	—
780/775	—	100	100	85	75	83	57	61
775/770	—	90	70	99	—	98	79	60
770/765	—	100	100	—	—	—	86	91
765/760	100	—	100	—	—	—	—	72
Absolute Feuchtigkeit								
785/780	—	—	1·8	—	—	—	3·0	—
780/775	—	3·6	2·8	2·0	1·6	1·1	1·3	1·7
775/770	—	2·3	1·2	1·6	—	2·3	1·2	1·1
770/765	—	3·6	3·0	—	—	—	2·0	1·8
765/760	3·0	—	2·2	—	—	—	—	1·8

hälfte.

Brocken.

1143 *m*; 51°48′ nördl. Br., 10°37′ östl. v. Gr.

Warme Antizyklone.

mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Gewicht (Zahl der Beobachtungen)								
785/780	1	—	—	—	—	—	—	2
780/775	4	3	5	2	3	—	5	19
775/770	13	5	5	1	6	—	8	38
770/765	9	4	2	—	1	1	5	24
765/760	2	1	—	—	—	2	2	4
Luftdruck (600 *mm* +)								
785/780	75·8	—	—	—	—	—	—	75·3
780/775	73·1	71·4	72·6	73·6	73·0	—	72·1	73·6
775/770	69·8	69·9	69·8	68·5	70·8	—	69·3	69·9
770/765	66·1	65·7	65·2	—	64·7	67·2	64·9	66·8
765/760	60·6	62·0	—	—	—	62·0	63·5	63·3
Temperaturabweichung (von —2°3)								
785/780	+ 2·5	—	—	—	—	—	—	— 1·3
780/775	+ 3·2	— 0·5	— 0·4	— 2·1	+ 10·1	—	+ 1·7	+ 4·6
775/770	+ 2·0	+ 3·5	+ 3·9	+ 4·8	+ 2·9	—	+ 1·8	+ 3·7
770/765	+ 3·3	+ 2·0	+ 0·4	—	— 7·2	+ 7·4	+ 3·5	+ 4·2
765/760	+ 5·5	+ 7·6	—	—	—	— 4·4	+ 4·3	+ 6·5
Relative Feuchtigkeit								
785/780	(15)	—	—	—	—	—	—	83
780/775	78	100	98	72	55	—	78	49
775/770	90	100	97	57	79	—	67	73
770/765	85	100	100	—	52	80	60	78
765/760	80	100	—	—	—	97	82	99
Absolute Feuchtigkeit								
785/780	0·7	—	—	—	—	—	—	3·2
780/775	3·3	3·7	3·7	2·1	1·7	—	3·3	2·4
775/770	4·1	5·0	4·9	3·1	3·7	—	2·9	3·5
770/765	4·1	4·5	3·9	—	1·1	4·6	3·2	4·0
765/760	4·5	6·7	—	—	—	2·7	5·8	6·4

mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Bewölkung								
785/780	—	—	8	—	—	—	7	—
780/775	—	10	9	5	4	0	2	7
775/770	—	8	5	8	—	5	4	0
770/765	—	10	7	—	—	—	6	8
765/760	10	—	3	—	—	—	—	5
Wind (Richtung und Geschwindigkeit m. p. s.)								
785/780	—	—	W 79 N 7·2	—	—	—	C 0·0	—
780/775	—	W 45 N 10·7	W 80 N 7·4	W 17 N 10·7	E 1 S 8·7	N 69 E 15·4	E 32 S 9·6	W 70 N 3·2
775/770	—	W 37 N 7·4	W 68 N 6·9	N 67 E 8·4	—	E 13 S 7·6	E 33 S 5·1	N 1·6
770/765	—	W 28 N 11·2	W 38 N 7·2	—	—	—	E 47 S 5·1	S 7 W 8·1
765/760	W 4 N 6·4	—	W 68 N 4·8	—	—	—	—	S 55 W 7·6

Brocken.

Sommer-

Kalte Antizyklone.

mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Gewicht (Zahl der Beobachtungen)								
775/770	6	—	8	—	—	2	1	4
770/765	5	2	8	1	1	—	2	3
765/760	1	3	—	—	—	—	—	1
Luftdruck (600 *mm* +)								
775/770	71·0	—	70·9	—	—	72·6	72·8	70·5
770/765	67·4	65·8	65·9	67·1	66·0	—	69·9	66·4
765/760	63·6	62·3	—	—	—	—	—	58·0
Temperaturabweichung (von +5°9)								
775/770	— 0·4	—	— 2·1	—	—	— 2·9	— 5·7	— 1·6
770/765	— 0·7	— 7·0	— 5·4	— 1·3	— 3·5	—	+ 1·2	— 2·6
765/760	— 1·3	— 2·3	—	—	—	—	—	(— 14·1)

mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Bewölkung								
785/780	0	—	—	—	—	—	—	5
780/775	9	10	8	7	1	—	5	2
775/770	8	10	7	0	1	—	4	6
770/765	6	10	10	—	0	1	5	5
765/760	5	10	—	—	—	2	5	9
Wind (Richtung und Geschwindigkeit m. p. s.)								
785/780	W 45 N 8·8	—	—	—	—	—	—	W 81 N 3·9
780/775	W 7 N 8·7	W 25 N 9·3	W 51 N 11·7	N 68 E 6·8	E 9 S 5·3	—	E 60 S 10·3	S 56 W 4·6
775/770	S 85 W 10·1	W 28 N 12·5	W 69 N 6·7	E 23 S 8·8	E 12 S 7·6	—	S 7 W 4·6	S 71 W 5·9
770/765	S 82 W 8·0	S 80 W 8·6	W 45 N 11·8	—	N 45 E 8·8	E 68 S 6·7	S 13 W 4·6	S 58 W 7·6
765/760	S 45 W 15·4	S 68 W 21·0	—	—	—	E 56 S 6·6	E 84 S 7·7	S 50 W 9·2

Brocken.

hälfte.

Warme Antizyklone.

mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Gewicht (Zahl der Beobachtungen)								
775/770	10	—	4	—	1	2	4	3
770/765	9	1	6	—	2	3	8	11
765/760	3	—	—	—	—	1	4	2
Luftdruck (600 *mm* +)								
775/770	71·9	—	70·1	—	70·9	72·8	72·2	72·0
770/765	69·7	65·9	69·4	—	68·8	69·3	69·9	68·6
765/760	65·7	—	—	—	—	65·2	66·6	67·5
Temperaturabweichung (von +5°9)								
775/770	+ 3·3	—	+ 0·8	—	— 2·1	— 2·3	+ 3·5	+ 4·8
770/765	+ 5·2	— 1·6	+ 2·2	—	+ 5·3	+ 5·3	+ 10·3	+ 5·4
765/760	+ 3·6	—	—	—	—	+ 4·3	+ 7·2	+ 6·7

mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Relative Feuchtigkeit								
775/770	86	—	90	—	—	90	67	71
770/765	91	100	98	96	100	—	78	87
765/760	100	100	—	—	—	—	—	100
Absolute Feuchtigkeit								
775/770	6·0	—	4·7	—	—	5·2	3·1	4·4
770/765	5·8	4·4	4·9	6·0	5·4	—	5·9	5·1
765/760	6·3	6·0	—	—	—	—	—	2·5
Bewölkung								
775/770	7	—	7	—	—	0	0	3
770/765	6	10	10	10	10	—	0	4
765/760	10	10	—	—	—	—	—	10
Wind (Richtung und Geschwindigkeit m. p. s.)								
775/770	S 86 W 2·8	—	W 31 N 6·2	—	—	E 10·7	E 12·9	W 38 N 3·1
770/765	W 12 N 6·9	W 38 N 10·9	W 55 N 10·7	W 45 N 8·8	E 18·0	—	S 32 W 4·2	S 73 W 4·2
765/760	N 4·8	W 3 N 12·8	—	—	—	—	—	S 45 W 8·8

Auf diesem niedrigsten von allen betrachteten Observatorien sind überwiegend die nördlichen Sektoren vertreten.

Luftdruckverteilung. Der mittlere Luftdruck in der warmen Antizyklone steht höher als in der kalten und die Differenz zwischen beiden ist am kleinsten im Zentrum.

Temperatur. Die mittlere Temperatur für den Morgentermin in der Winterhälfte ist —2°3 C., in der Sommerhälfte +5°9 C.

Winterhälfte.

Mittlere Abweichungen der Temperatur für verschiedene Sektoren.

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Kalte Antizyklone . .	(— 3·9)	(— 3·0)	— 6·3	(— 9·8*)	(— 7·4)	(— 9·7*)	— 6·8	— 6·9
Warme » . .	+ 3·3	+ 3·2	(+ 1·3*)	(+ 1·4)	(+ 1·9)	(+ 1·5)	+ 2·8	+ 3·5*

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Relative Feuchtigkeit								
775/770	80	—	100	—	64	76	75	67
770/765	76	100	81	—	90	68	60	83
765/760	91	—	—	—	—	70	85	70
Absolute Feuchtigkeit								
775/770	6·9	—	7·5	—	3·8	4·4	6·7	5·4
770/765	7·0	6·2	6·5	—	8·8	7·0	7·2	8·1
765/760	8·3	—	—	—	—	6·4	9·3	7·4
Bewölkung								
775/770	4	—	10	—	1	2	1	4
770/765	5	10	2	—	5	0	3	5
765/760	6	—	—	—	—	5	3	3
Wind (Richtung und Geschwindigkeit m. p. s.)								
775/770	W 26 N 2·2	—	W 35 N 9·8	—	N 68 E 6·7	E 11 S 8·6	E 68 S 5·3	S 52 W 3·2
770/765	S 67 W 3·3	W 15·4	W 65 N 3·9	—	E 51 S 2·2	E 48 S 3·7	E 70 S 4·1	S 56 W 5·1
765/760	S 58 W 5·0	—	—	—	—	E 68 S 4·8	S 8 W 5·6	S 45 W 5·7

In der kalten Winterantizyklone fällt die größte negative Abweichung auf den SE- und SW-Sektor, es zeigt sich da also eine ähnliche Spaltung des kalten Nordstromes wie auf der Schneekoppe. Die kleinste negative Abweichung fällt auf die nördlichen Sektoren.

In der warmer Winterantizyklone ist die kleinste positive Abweichung in den E- bis SW-Sektoren, die größte in dem NW-Sektor.

Dunstdruck, relative Feuchtigkeit und Bewölkung. Der Dunstdruck, die relative Feuchtigkeit und die Bewölkung sind in den westlichen Sektoren kleiner als in den östlichen.

Windverhältnisse. Die Windströmungen in den beiden Antizyklonen im Brockenniveau schließen sich gut an jene der Schneekoppe an. Die Achse des Wirbels — wenn ich diesen Begriff in der schon früher definierten Weise benützen will — ist stärker nach rückwärts geneigt in der kalten als in der warmen Antizyklone.

Diskussion der aus den Bergobservatorien gewonnenen Resultate.

Ehe ich zur Diskussion der hier gewonnenen Resultate übergehe, möchte ich kurz das Auftreten der »kalten« und der »warmen« Antizyklonen in Europa beschreiben:

Die »kalte« Antizyklone. Einen Tag vor dem Auftreten der kalten Antizyklone ist das ganze Zentraleuropa unter dem Einflusse einer ausgedehnten barometrischen Depression. Das Zentrum dieser Depression befindet sich entweder in Zentraleuropa selbst oder in N. In dem zweiten Falle hat die Depression einen nach S ausgebuchteten **V**-förmigen Ausläufer, der manchmal ein oder zwei Nebenkerne enthält. In 24 Stunden ändert sich vollständig der Aspekt der Luftdruckverteilung. Die Depression zieht nach O, eng gefolgt durch ein keilförmiges Hochdruckgebiet, das entweder einige Tage über Westeuropa stationär bleibt und sich zurückzieht — diese Fälle sind in dieser Arbeit nicht berücksichtigt — oder anstatt des Keiles eine geschlossene, mäßig hohe Antizyklone erscheint, die der abziehenden Depression folgt. Diese Antizyklone dringt entweder nach Zentraleuropa mit rasch retardierender Fortpflanzungsgeschwindigkeit, um endlich über dem Alpengebiete stationär zu bleiben, oder zieht, der Depression folgend, rasch über Europa nach O hinweg. Im ersten dieser letzten zwei Fälle kann man beobachten, daß der Luftdruck im Zentrum der Antizyklone steigt, und die »kalte« Antizyklone sich in eine »warme« verwandelt. In dem zweiten Falle — der viel seltener vorkommt — bleibt die Antizyklone »kalt«. Die »kalte« Antizyklone in ihrem Auftreten erscheint als ein mit der Rückseite der Zyklone gebundenes Phänomen.

Die »warme« Antizyklone. Die warme Antizyklone kommt auf den europäischen Kontinent entweder als solche, ihre Fortpflanzungsgeschwindigkeit ist eine langsame, unbestimmte, oft bleibt sie einige Tage stehen, oder die »warme« Antizyklone entsteht aus der »kalten« durch den oben beschriebenen Prozeß.

Um nun die Antizyklonen noch vor ihrem Eintreten in Zentraleuropa studieren zu können und auf solche Weise einen Einblick in die längere Periode ihrer Entwicklung zu gewinnen, habe ich, neben den Bergobservatorien von Zentraleuropa (Sonnblick — Säntis — Obir — Bjelašnica — Mt. Ventoux — Schneekoppe — Brocken), die in dem Leben der kalten Antizyklone das Schlußstadium ihrer Entwicklung darstellen, die beiden extremen: den Ben Nevis in dem Falle, daß die Antizyklonen über England, den Pic du Midi in dem Falle, daß die Antizyklonen von W herkommen, gewählt.

Die Station Belchen, obzwar sie so nahe der oben erwähnten Gruppe der 7 Stationen liegt, muß man doch als eine Übergangsstation betrachten. Ein Blick in die Windverhältnisse der kalten Antizyklone vom Sonnblick hinunter zum Brocken (siehe Tafeln) lehrt uns, daß Pic du Midi, Ben Nevis und Brocken sich den Windverhältnissen der anderen 7 Stationen nicht gut beischmiegen, und zwar besonders der westliche Sektor. Lassen wir also die drei Stationen Pic du Midi, Ben Nevis und Brocken zuerst außer Betracht und verfolgen wir die Änderungen der Windströmungen in der fast 2 *km* mächtigen Schichte zwischen Brocken und Sonnblick.

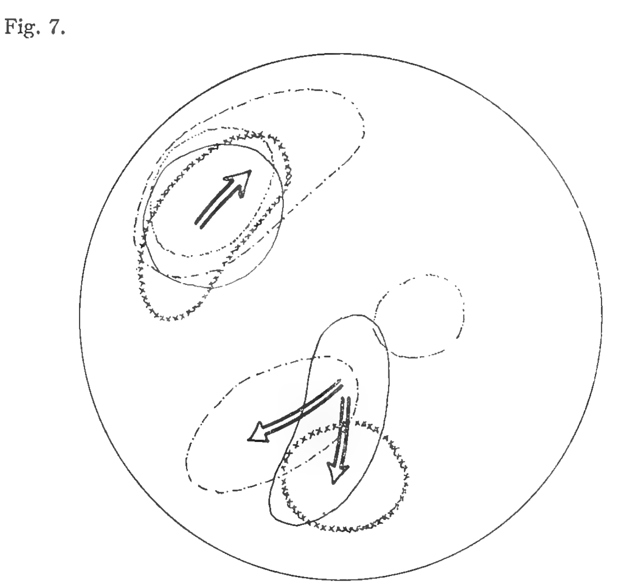
Kalte Antizyklone.

a) Die Strömungsverhältnisse. Auf dem Brocken fließt die Luft aus allen Sektoren antizyklonal heraus, von einem Gebiete, das mit dem Gebiete des höchsten Druckes im Meeresniveau nicht koinzidiert, sondern stark nach NW verschoben ist. Führt man den Begriff der »Achse« des Wirbels ein, so kann man sagen, daß die Achse des kalten antizyklonalen Wirbels, wenn dieser den Brocken

passiert, stark nach rückwärts geneigt ist. Auch im Schneekoppeniveau ist in allen Sektoren eine antizyklonale Ausströmung, die »Achse« des kalten Wirbels scheint sich — bei dem Weiterschreiten nach E — ein wenig aufgerichtet zu haben. Auf dem Mt. Ventoux und Obir (wenn wir Bjelašnica außer acht lassen) ist noch die antizyklonale Ausströmung erhalten, aber es beginnt, wie die Druckstufe 760—765 *mm* des W-Sektors auf dem Mt. Ventoux schwach andeutet, von diesem Niveau hinauf, am Säntis, besonders am Sonnblick, in den W-, NW- und N-Sektoren die einströmende Komponente allmählich Oberhand zu gewinnen. Auf dem Sonnblick, wie schon in der Diskussion der Windverhältnisse dieses Observatoriums gesagt wurde, stellen diese, fast in allen Sektoren eine Strömung von N, in W und in den äußeren Druckstufen des SW-Sektors eine Strömung von S dar. Der Charakter der antizyklonalen Ausströmung ist also auf dem Sonnblick und auf dem Säntis schon verwischt.

b) Die Temperaturverhältnisse. In dieser ganzen Mächtigkeit ist die kalte Antizyklone, was die Temperaturverhältnisse betrifft, durch negative Temperaturabweichungen charakterisiert, die an der Frontseite der Antizyklone größer sind als auf der Rückseite. Die Lage der Gebiete der größten und der kleinsten Abweichung, wenn wir von dem Sonnblick in die niedrigeren Niveaus herabsteigen, bleibt nicht dieselbe, sondern verschiebt sich im Sinne des Uhrzeigers. Die kalte Nordströmung, die

Fig. 7.



durch die Verbindungslinie der Gebiete der größten negativen Abweichungen vom Niveau zum Niveau angegeben ist, steigt von den höheren Niveaus in den höchsten Druckstufen des NE- und E-Sektors in die Sonnblickebene hinab und teilt sich nach S fließend und sich senkend. Der rechte Zweig (im Sinne der Strömung) fließt, im Sinne des Uhrzeigers sich drehend, durch den S zu den niedrigeren Druckstufen des SW-Sektors, der linke Zweig fließt gegen den S und SE. (Fig. 7, Abb. 1.)

Die mäßig kalte Südströmung, die man in dem Sonnblickniveau in den äußeren Druckstufen des W-Sektors wahrnehmen kann, fließt gegen N sich allmählich senkend, in die tieferen Niveaus. Um sich über den Verlauf der beiden erwähnten Strömungen in der betrachteten Mächtigkeit Sonnblick—Schneekoppe eine Idee zu machen, habe ich die warmen und die kalten Gebiete der Fig. 1, 2, 3 und 4 der beiden Antizyklonen in Fig. 7 zusammengesetzt.

Vergleicht man die Längen der Strecken der kalten Nordströmung und der mäßig kalten Südströmung zwischen den Niveaus Sonnblick—Schneekoppe, so kann man allgemein sagen, daß der Neigungswinkel (zur Horizontalebene) der kalten Nordströmung viel kleiner ist als der der mäßig kalten Südströmung. Darin ist wahrscheinlich auch die Erklärung zu suchen, warum die Frontseite der kalten Antizyklone eine größere Bewölkung hat als die Rückseite.

Wenden wir uns nun zu den drei Observatorien Pic du Midi, Ben Nevis und Belchen. Nehmen wir an, Ben Nevis hätte dieselbe Breite wie Pic du Midi und stellen wir uns vor, wie ungefähr die Wind- und Temperaturverhältnisse solcher gerade den europäischen Kontinent betretenden kalten Antizyklonen gestaltet sind. Sie stellt in beiden (Pic du Midi und Ben Nevis) Niveaus einen mäßig kalten bis mäßig warmen Luftkörper dar, der durch eine kalte Strömung durchsetzt wird. Diese kalte Strömung, die im Pic du Midiniveau die Sektoren SE, S und teilweise SW beherrscht, hat ihren Hauptkern wahrscheinlich in den höheren Druckstufen des SE-Sektors. Steigen wir mit dieser kalten Strömung in das Ben Nevisniveau herab, so können wir diese in den höchsten Druckstufen des SW-Sektors wahrnehmen. Auffallend sind die Nordströmungen in dem W-Sektor der kalten Antizyklone auf dem Pic du Midi. Es scheint mir sehr wahrscheinlich, daß das ganze Niveau des Pic du Midi in der »kalten« Antizyklone eine einzige Nordströmung darstellt. Ist diese Voraussetzung korrekt, dann kann man sagen, daß die Mächtigkeit des »kalten« antizyklonalen Wirbels, wenn er, von W herkommend den europäischen Kontinent betritt, kaum zum Pic du Midiniveau hinaufreicht und vielleicht seichter ist als die Höhe des Ben Nevis.

Läßt man auf dem Ben Nevis die Windströmungen der Druckstufe 760—770 *mm* außer acht, so läßt sich eine Ähnlichkeit zwischen Luftströmungen des zentralen Gebietes auf dem Ben Nevis und jenen auf dem Sonnblick nicht leugnen. Es beherrscht also der kalte antizyklonale Wirbel, wenn er herkommt, die Luftströmungen im Ben Nevisniveau in gleichem Maße wie später die des Sonnblickniveaus, wenn er in Zentraleuropa hineindringt. Nehmen wir den Höhenunterschied Ben Nevis—Sonnblick ins Auge, so können wir sagen:

Der »kalte« antizyklonale Wirbel beim Fortschreiten nach E — in das Zentraleuropa — gewinnt an seiner Mächtigkeit nach oben.

Ich möchte noch dazusetzen: »und wird kälter«. Das sieht man, wenn man zum Beispiel die Tabellen der Temperaturen Ben Nevis—Brocken betrachtet. Ich habe ferner die Temperaturgradienten Midi—Sonnblick und Säntis—Sonnblick berechnet. Man sieht aus den starken Temperaturgradienten, daß das Kälterwerden noch auf der Strecke Säntis—Sonnblick vor sich geht.

Temperaturgradienten (Temperaturabnahme auf 100 *m*).

	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Pic du Midi—Sonnblick .	—	—	— 3·0	— 5·8	— 5·2	— 3·0	—
Säntis—Sonnblick . . .	— 1·2	— 1·1	— 1·3	— 1·4	— 1·1	— 0·8	— 0·7

Die beiden Vorgänge, nämlich das Wachsen der Mächtigkeit und das Kälterwerden des »kalten« antizyklonalen Luftwirbels, ist, wie schon bei der Beschreibung des Auftretens der kalten Antizyklone gesagt wurde, in fast allen Fällen mit einer allmählich retardierenden Geschwindigkeit verbunden.

Die meteorologischen Verhältnisse der Bergobservatorien des zentralen Europas zeigen uns die Entwicklung der kalten Antizyklone in ihrer letzten Phase. Wenn sie über den Alpen stehen bleibt, verwandelt sie sich in eine »warme« Antizyklone, welche Verwandlung schon beim Heranziehen der kalten Antizyklone durch die eben erwähnte Entwicklung des kalten Wirbels und durch Steigung des Luftdruckes in dem Zentrum der Antizyklone vorbereitet wird. Wenn sich die Antizyklone erwärmt hat, bleibt der Luftdruck im Zentrum mehr oder weniger konstant und auch die Temperatur des Wirbels. Im zweiten Falle — der aber viel seltener vorkommt — zieht der kalte antizyklonale Wirbel der abziehenden Depression rasch folgend, über Europa hinweg (ungefähr in zweimal 24 Stunden), bleibt kalt und der Druck im Zentrum bleibt, mehr oder weniger schwankend, in bestimmter Höhe.

Es sollen da einige Beispiele, die dem ersten und dem zweiten Falle entsprechen, folgen.

Einige Fälle der Antizyklonen, die aus den „kalten“ sich in „warme“ verwandeln.

(Die Druckänderungen im Zentrum der Antizyklone von Tag zu Tag sind in Millimetern angegeben, + bedeutet das Steigen, — das Fallen des Barometers. Die Lage des Zentrums der Antizyklone ist durch den Beobachtungsort angegeben. Durch Pausezeichen ist die Zeit markiert, wann die Temperaturabweichungen in positive übergehen.)

		Die Änderung des Luftdruckes (in Millimetern) in dem Zentrum der Antizyklone von Tag zu Tag					
		Vor der Erwärmung				—	Nach der Erwärmung
		4 Tage	3 Tage	2 Tage	1 Tag	—	1 Tag
31. Dez. bis 3. Jän. 1888	Bregenz (770·1 *mm*)—Klagenfurt—Ungvar—Ungvar			+ 0·7	+ 1·6	—	— 1·2
14.—17. Jän. 1902	Aberdeen (778·8 *mm*)—Cherbourg—Clermont—Zürich			+ 6·3	+ 1·4	—	— 7·9
21.—24. Feb. 1897	Biarritz (767·6 *mm*)—Gries—Ischl—Bregenz			+ 1·5	+ 3·4	—	+ 3·1
13.—17. Feb. 1891	Brest (774·6 *mm*)—Wiesbaden—Klagenfurt—Bregenz			+ 7·3	+ 1·7	—	— 4·6
26. Feb. bis 2. März 1887	Paris (775·5 *mm*)—Grünberg—Prag—Salzburg—Ischl		+ 7·6	— 0·5	— 3·2	—	— 1·2
17.—21. April 1900	Biarritz (773·8 *mm*)—Valencia—Vlissingen—Chemnitz			+ 5·1	— 0·8	—	+ 1·1
17.—21. April 1901	Rochespoint (768·1 *mm*)—Paris—Zams—Neumarkt Stm.			+ 3·9	+ 2·9	—	— 3·7
3.—5. Juli 1902	Griznes (770·5 *mm*)—Graz—Innsbruck				+ 0·2	—	— 2·1
12.—14. Juli 1902	Paris (769·6 *mm*)—Bruck a. M.—Bruck a. M.				+ 0·8	—	— 1·5
7.—11. Aug. 1888	Brest (770·3 *mm*)—Isle d'Aix—München—München—München—Gries	— 0·1	+ 1·0	+ 1·1	— 0·3	—	— 1·0
24.—27. Aug. 1891	Biarritz (764·0 *mm*)—Agram—Florenz—Hermannstadt			+ 2·5	+ 0·5	—	+ 0·6
8.—10. Aug. 1895	Clermont (762·5 *mm*)—München—Riva				+ 2·3	—	— 0·7
17.—22. Dez. 1891	Norwich (772·6 *mm*)—Oxö—Münster—Chemnitz—Krakau—Ischl	+ 7·0	+ 1·3	+ 0·7	+ 1·4	—	+ 0·8
20.—24. Dez. 1898	Scily (774·7 *mm*)—Rochespoint—Ischl—Ischl—Hermannstadt		+ 1·0	+ 1·7	+ 1·8	—	+ 3·4
	Mittlere Änderung des Luftdruckes von Tag zu Tag in *mm*	**(+ 3·9)**	**+ 2·7**	**+ 2·8**	**+ 1·0**	—	**— 1·1**

Einige Fälle der Antizyklonen, die „kalt" bleiben.

(Um sich eine Idee über die große Fortpflanzungsgeschwindigkeit dieser Antizyklonen machen zu können, sind die Orte, die die Antizyklone am Morgentermin passiert, angegeben.)

		Änderung des Luftdruckes (in *mm*) von Tag zu Tag		
30. Jän.—2. Feb. 1890	Brest (776·4 *mm*)—Brest—Chemnitz—Hermannstadt . .	— 3·3	+ 3·7	— 1·3
24.—27. Febr. 1901	St. Mathieu (767·7 *mm*)—Clermont—Neumarkt—Sulina	— 4·4	+ 6·5	+ 3·8
2.—4. März 1890	Oxö (773·6 *mm*)—Mullaghmore—Klagenfurt	+ 3·4	— 2·7	—
13.—15. April 1903	Blacksod (764·6 *mm*)—Brest—Innsbruck	+ 1·0	+ 2·6	—
7.—10. Juni 1890	Biarritz (773·1 *mm*)—Paris—München—Graz	— 1·5	— 3·7	— 2·4
7.—11. Juli 1900	Blacksod (771·5 *mm*)—Rochespoint—Brest—Bregenz .	+ 0·4	— 1·3	— 1·8
19.—21. Aug. 1888	Isle d'Aix (768·9 *mm*)—Wiesbaden—Brindisi	— 2·3	— 1·3	—
28.—30. Aug. 1896	Biarritz (769·6 *mm*)—München—Riga	+ 0·7	+ 1·1	—
29. Aug.—1. Sept. 1900	Shields (773·6 *mm*)—Bamberg—Bamberg—Neumarkt.Stm,	— 0·6	— 1·2	— 1·1
24.—26. Sept. 1891	Chemnitz (772·3 *mm*)—Krakau—Hermannstadt	+ 1·6	— 0·6	—
21.—24. Okt. 1887	Mullaghmore (775·7 *mm*) — Vlissingen — Klagenfurt—Odessa	+ 1·3	+ 0·4	— 5·8
12.—14. Nov. 1887	Mullaghmore (767·8 *mm*)—München—Bukarest	+ 1·7	— 2·9	—
8.—10. Dez. 1892	Rochespoint (770·0 *mm* ?)—Ischl—Bukarest (?)	— 0·9	— 2·3	—
	Mittlere Änderung des Luftdruckes von Tag zu Tag in *mm*	**— 0·2**	**— 0·1**	(— 1·4)

Diese zwei Fälle des Auftretens der kalten Antizyklone in Europa zeigen, daß es einen kausalen Zusammenhang giebt zwischen der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des antizyklonalen Wirbels, seiner Temperatur und dem Drucke in seinem Zentrum und zwar:

1. Ist die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Antizyklone groß, bleibt die Antizyklone kalt und der Druck in ihrem Zentrum zeigt keine bestimmte Steigerung oder Verminderung.

2. Ist die Fortpflanzungsgeschwindigkeit stark retardierend, bis zum Stehenbleiben der Antizyklone, so wächst der Druck in ihrem Zentrum und ihr Körper erwärmt sich.

Warme Antizyklone.

Das Auftreten der warmen Antizyklone in Europa ist schon beschrieben worden.

a) Die Strömungsverhältnisse. Die Strömungsverhältnisse des Pic du Midi, Ben Nevis und Belchen schmiegen sich den Windverhältnissen der anderen Bergstationen ziemlich gut an (eine kleine Ausnahme macht Belchen), man kann also sagen, daß die Windströmungen in der warmen Antizyklone bei ihrem Auftreten in Europa keine besondere Änderung mit der Zeit durchmachen. Die Windrichtungen in verschiedenen Niveaus weisen allgemein darauf hin, daß die Gebiete des höchsten

Druckes in verschiedenen Niveaus mit denen im Meeresniveau nicht übereinstimmen, sondern nach WNW bis NW verschoben sind.

Es ist also »die Achse« des warmen gerade so wie die des kalten antizyklonalen Wirbels nach »rückwärts« geneigt, und zwar ist die Neigung in diesem größer als bei jenem.

Die antizyklonale Ausströmung herrscht fast zur Höhe von 2 *km* (Belchen ist eine Abweichung, die Strömungsverhältnisse erinnern an die des Sonnblicks)[1]. Im Obir- und Säntisniveau stellt sich in dem W-Sektor eine einströmende Komponente ein, im Sonnblickniveau auch in dem NW-Sektor. Vergleicht man die Windrichtungen des Sonnblicksniveaus für die »warme« und die »kalte« Antizyklone, so sieht man, daß der Einfluß des warmen antizyklonalen Wirbels auf die Windströmungen in dieser Höhe viel deutlicher ausgedrückt ist als der des kalten. Läßt man die Druckstufen 760—770 *mm* des W- und NW-Sektors in der warmen Antizyklone außer acht, so bieten die Luftströmungen einen antizyklonal ausströmenden Luftwirbel dar. Es geht wie in der kalten so auch in der warmen Antizyklone — mit der zunehmenden Erhebung von dem Meeresniveau — in den NW- und N-Sektoren eine Drehung der Azimute der Winde im Sinne des Uhrzeigers vor sich, in der warmen Antizyklone aber viel langsamer als in der kalten. Wir werden also, wenn wir von dem Sonnblickniveau in der warmen Antizyklone weiter hinaufsteigen, mit allmählichen Änderungen der Azimute der Winde an der nördlichen Seite der Antizyklone in ein Niveau kommen, wo die Windverhältnisse in den NW- und N-Sektoren jenen der kalten Antizyklone auf dem Sonnblick entsprechen. Die Nordströmung ist also in viel höheren Schichten oberhalb des warmen antizyklonalen Wirbels zu treffen als oberhalb des kalten, das heißt: Die Mächtigkeit des warmen antizyklonalen Wirbels ist also allgemein größer als die des kalten antizyklonalen Wirbels.

b) Temperaturverhältnisse. In der betrachteten Mächtigkeit stellt die warme Antizyklone einen mäßig warmen Körper dar. Die positiven Abweichungen der Rückseite sind größer als die der Frontseite. An der Frontseite sind die positiven Abweichungen sehr klein und gehen sogar in kleine negative Abweichungen über (zum Beispiel Obirniveau).

Die Lage der Gebiete der größten und der kleinsten Abweichung, wenn wir von dem Sonnblickniveau in tiefere Niveaus hinabsteigen, verschiebt sich im Sinne des Uhrzeigers, und zwar steigt die mäßig warme Strömung der Frontseite von dem zentralen Gebiete des S-Sektors zu den niedrigen Druckstufen des S- bis SW-Sektors, die warme Strömung der Rückseite von den Grenzen des W- zu denen des N-Sektors, wie in Fig. 7 (die Abbildung rechts) dargestellt ist.
Vergleicht man in Fig. 7 die beiden Antizyklonen miteinander, so bemerkt man:

1. Die Länge der Strecke der mäßig warmen Nordströmung der Frontseite der warmen Antizyklone ist kürzer als die der sehr kalten Nordströmung an der Frontseite der kalten Antizyklone.

2. Die Gebiete der beiden Strömungen der warmen Antizyklone sind in jedem Niveau gegen die der kalten Antizyklone im Sinne des Uhrzeigers verschoben.

Das erste sagt aus, daß die Strömung der Frontseite der warmen Antizyklone steiler als die der kalten hinabsteigt.

Was das zweite betrifft, möchte ich folgendes vorausschicken:

Es wird dem Leser schon klar, daß der Ursprung der sehr kalten Nordströmung an der Frontseite der kalten Antizyklone und der mäßig warmen bis mäßig kalten Nordströmung an der Frontseite der warmen Antizyklone derselbe ist. Dasselbe gilt über die Südströmungen der Rückseite der beiden Antizyklonen.

---

[1] Es läßt sich nicht leugnen, daß auch der warme antizyklonale Wirbel beim Fortschreiten ostwärts sich nach oben entwickelt. Diese Entwicklung ist aber weit nicht so deutlich ausgedrückt als bei dem kalten antizyklonalen Wirbel.

Die höhere Temperierung in der warmen Antizyklone ist darauf zurückzuführen, daß die beiden Strömungen von größeren Höhen herabsteigen und sich auf solche Weise erwärmen, die Mächtigkeit des warmen antizyklonalen Wirbels ist ja größer als die des kalten. Da die Basis der beiden Strömungen bei dieser Verwandlung des kalten Wirbels in einen warmen Wirbel sich in höhere Schichten hebt, müssen sich — wenn die beiden Strömungen dieselbe Raumkrümung behalten — auch ihre Durchgänge durch ein beliebiges Niveau, zum Beispiel des Sonnblicks, im Sinne des Uhrzeigers verschieben.

Ich denke mir, daß alles, was da über die Antizyklonen gesagt wurde, zugunsten der Prof. Bigelowschen Anschauung über das Entstehen der Zyklonen und Antizyklonen spricht.

Prof. Bigelow sieht den Ursprung der beiden Wirbel der Zyklone und der Antizyklone in horizontalen, verschieden temperierten Konvektionsgegenströmungen. Es war möglich, in der betrachteten Mächtigkeit Sonnblick—Brocken den Verlauf der beiden Strömungen wirklich nachzuweisen. Wir sehen in der kalten Antizyklone eine Nordströmung, die herabsteigend sich zweigt; der rechte Zweig dreht sich im Sinne des Uhrzeigers, sich unter eine wärmere Südströmung senkend, der linke Zweig dreht sich gegen den Uhrzeiger und fließt aus der Antizyklone.

Für die weitere Entwicklung der Antizyklone ist von großer Wichtigkeit ihre Fortpflanzungsgeschwindigkeit, wie kurz gezeigt wurde. Dem Einflusse dieses Faktors auf die Entwicklung der Antizyklone wurde bis heute wenig Aufmerksamkeit geschenkt und ich denke, daß in ihm die Erklärung zu suchen sei, warum bis heute die beiden Theorien, die Konvektionstheorie und die dynamische Theorie unversöhnt gegeneinander stehen. Ich möchte mir das Entstehen und die Entwicklung der Antizyklone auf dem Grunde, was hier über die »kalte« und die »warme« Antizyklone in Europa gesagt wurde, folgendermaßen vorstellen:

Stellen wir uns eine kalte Strömung mit einer Komponente von N, die in niedrigere, höher temperierte Breiten hineindringt. Sie gibt durch ihre schwereren Luftmassen Anlaß zur Ausbildung eines seichten kalten antizyklonalen Wirbels. Für die Entwicklung dieses Wirbels ist von großer Wichtigkeit der Unterschied seiner Geschwindigkeit und der Geschwindigkeit der ihn bedingenden und ernährenden kalten Nordströmung. Ist der Unterschied gleich Null, das heißt ist die Geschwindigkeit des Wirbels gleich der Geschwindigkeit der kalten Luftströmung, so ist die Ernährung und damit auch die Entwicklung des seichten kalten Wirbels nach aufwärts auf das Minimum erniedrigt. Der rasch fortschreitende antizyklonale Wirbel bleibt deswegen seicht, die geringe seitliche Abfuhr der Luft von dem Körper des Wirbels ist klein und wird kompensiert durch den Zufluß von oben so, daß der Druck wie gezeigt im Zentrum des antizyklonalen Wirbels derselbe bleibt. Die herabsinkenden Luftmassen erwärmen sich zwar; wenn aber der Nordströmung immer kältere und kältere Luft von N — durch gewisse Zeit — zugeführt wird, kann der rasch fortschreitende, seichte antizyklonale Wirbel längere Zeit »kalt« bleiben. Das entspricht auch wahrhaftig den aus den Bergobservatorien gewonnenen Resultaten:

Die rasch über Europa hinwegziehenden Antizyklonen sind kalt, seicht,[1] der Druck in dem Zentrum ändert sich unbestimmt oder wenig (im Mittel in 24 Stunden um —0·2 bis —0·1 *mm*).

Die Verhältnisse ändern sich, wenn die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des kalten antizyklonalen Wirbels allmählich retardiert, denn dadurch ändert sich die Form der Trajektorien der kalten Nordströmung (in bezug auf die Erdoberfläche). Die Luftmassen der kalten Nordströmung, die den raschen antizyklonalen Wirbel früher an seiner linken Seite an fast geradlinigen Bahnen oder an Bahnen mit kleiner Krümmung begleitet haben, beginnen jetzt an krümmeren und steileren Bahnen in niedrigere

---

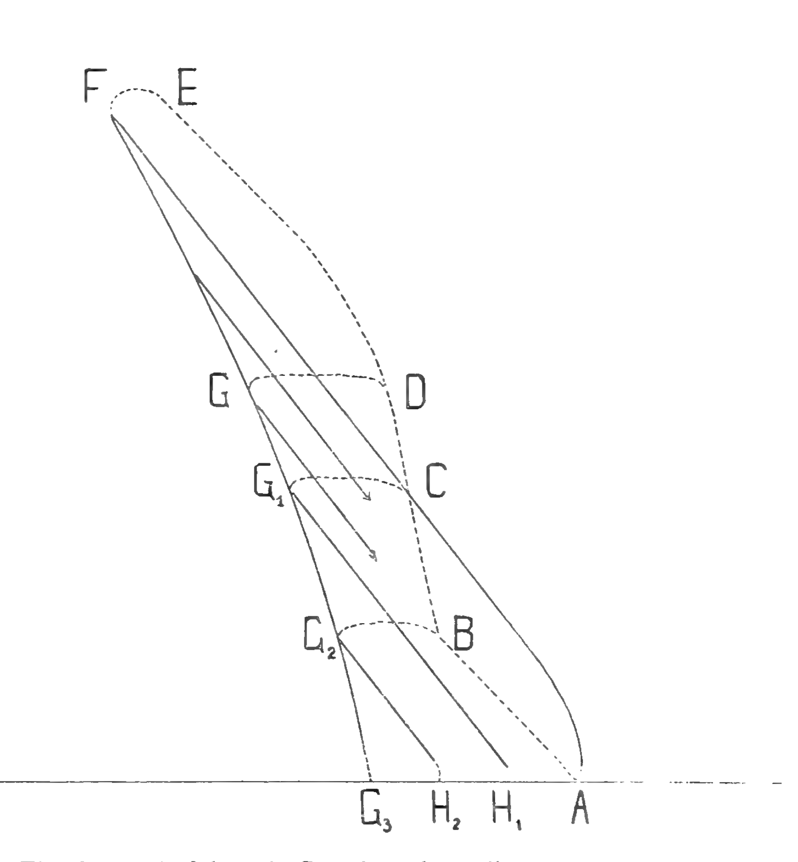
[1] Man begegnet der kalten Nordströmung (Gebiet I) schon in dem Schneekoppeniveau (siehe Fig. 4) in den N- und NE-Sektoren. Die Temperaturabweichung —11° C. in NE (775—770 *mm*) der kalten Antizyklone an der Schneekoppe ist das Mittel aus 2 Fällen der kalten raschen Antizyklonen am 6. und 26. März 1899.

Niveaus des Wirbels herabzusteigen, wie schon nachgewiesen wurde. Der Druck in dem Zentrum der Antizyklone muß wachsen, da der antizyklonale Wirbel durch seitlichen Abfuhr von Luft den Zufluß von oben nicht ebenso rasch kompensieren kann. Der antizyklonale Wirbel muß — um den reichlicheren Zufluß der Luft von oben seitlich fortführen zu können — sich in höhere und höhere Niveaus ausbilden. Es wird also dadurch die Basis der beiden Strömungen allmählich in höhere Niveaus verlegt, was so lange vor sich geht, bis die Zufuhr der Luft von oben der seitlichen Abfuhr gleich ist. Dann steigt der Druck in der Antizyklone nicht mehr und den antizyklonalen Wirbel kann man als entwickelt betrachten.

Mit diesem Prozeß geht auch allmähliches Anwachsen der Temperatur des Wirbels mit, und zwar von starken negativen Abweichungen (in bezug auf die mittlere Temperatur der Luft) zu mäßigen positiven. Man kann daraus allgemein auf die Natur der Temperaturgradienten der beiden den antizyklonalen Wirbel ernährenden Strömungen schließen. Diese sind allgemein von dem adiabatischen verschieden, und zwar kleiner, und streben mit der wachsenden Höhe dem adiabatischen zu. Es ist klar, daß für die Geschwindigkeit, mit welcher sich der Körper der Antizyklone erwärmt, die Natur der Änderung der vertikalen Temperaturgradienten der erwähnten Strömungen von Wichtigkeit ist.

Man darf aber nicht vergessen, daß mit dem Entstehen und der Entwicklung des kalten antizyklonalen Wirbels ein allmählicher Luftaustausch, der in immer höheren Schichten sich ausbreitet, zwischen ihm und dem benachbarten zyklonalen Wirbel eingeleitet wird und durch die Zumischung der wärmeren aus der Zyklone herausfließenden Luft die Temperatur der den antizyklonalen Wirbel ernährenden Strömungen beeinflußt wird. Sollte die Konvektionstheorie ihre Giltigkeit behalten, müßte man annehmen, daß die von der Zyklone zur Antizyklone zufließende Luft auf dem Wege auf die tiefe Temperatur der kalten Nordströmung abgekühlt wird. Wie diese Bedingung fortwährend aufrecht erhalten werden sollte, ist schwer erklärlich. Diese Bedingung kann aber auf eine kürzere Dauer doch aufrecht erhalten werden. Die kalte Nordströmung kann durch gewisse beschränkte Zeit, an ihrer Mächtigkeit gewinnend, kälter werden[1] und so den Überschuß an der Wärme der von der Zyklone herströmenden Luft kompensieren.

Fig. 8.



Die sukzessiven Temperaturverhältnisse des sich in die Höhe entwickelnden antizyklonalen Wirbels in bezug auf die des zyklonalen möchte ich mir in Fig. 8. durch folgende Strecken darstellen:

G_2—H_2 antizyklonaler Wirbel : *A*—*B* zyklonaler Wirbel,

G_1—H_1 » » : *A*—*B*—*C* zyklonaler Wirbel,

F—*C*—*A* entwickelter antizyklonaler Wirbel : *A*—*B*—*C*—*D*—*E* entwickelter zyklonaler Wirbel.

---

[1] Ich habe gezeigt, daß die »kalte« Antizyklone bei dem Hineindringen nach Zentraleuropa durch gewisse Zeit — bis zu ihrem Stehenbleiben über den Alpen — kälter wird.

Der Austausch A, B, C, D, E, F, C, A entspricht den Verhältnissen der dynamischen Theorie.

Es ist klar, daß beim Austausche zwischen den beiden sich in die Höhe entwickelnden Wirbeln — wenn wir die Temperaturen der Antizyklone in bezug auf die Zyklone betrachten, die Temperaturen G_2, G_1, G näher an die B, C, D zurücken müssen — infolge der Zufuhr der wärmeren Luft von der Zyklone — als es in Fig. 8 durch F, G, G_1, G_2 dargestellt ist.

Solange die Mächtigkeit[1] der beiden Wirbel, des zyklonalen und antizyklonalen, kleiner ist als die Mächtigkeit des Trockenstadiums der Atmosphäre, das heißt solange keine frei gewordene latente Wärme von der Zyklone zur Antizyklone zugeführt wird, ist der antizyklonale Wirbel kälter, höchstens von gleicher Temperatur wie der zyklonale Wirbel. Geht die Entwicklung immer höher in das Kondensationsstadium hinauf, so wird immer mehr und mehr frei gewordener latenten Wärme dem antizyklonalen Wirbel zugeführt. Dadurch wird die abkühlende Wirkung der kalten, den antizyklonalen Wirbel erzeugenden Nordströmung nicht nur kompensiert, sondern auch ganz zurückgestellt: Der antizyklonale Wirbel wird allmählich wärmer als der zyklonale. So möchte ich die von den amerikanischen Meteorologen bewiesene Tatsache erklären, daß die seichten, raschen amerikanischen Antizyklonen kälter sind als die amerikanischen Zyklonen.

Man kann also allgemein annehmen, daß in der Entwicklungsgeschichte der wandernden Antizyklonen unserer Breiten sukzessive Stadien zu unterscheiden sind, die besonders durch Temperaturverhältnisse charakterisiert werden. Der entstehende antizyklonale Wirbel, der thermisch bedingt ist, ist seicht, hat große Fortpflanzungsgeschwindigkeit und seine Temperaturverhältnisse entsprechen durch kurze oder längere Zeit den Bedingungen der Konvektionstheorie. Der antizyklonale Wirbel entwickelt sich allmählich nach aufwärts, mehr oder weniger rasch, was von seiner Fortpflanzungsgeschwindigkeit abhängt, die Temperatur in seinem ganzen Körper steigt und ebenfalls der Druck im Zentrum. Mit dem Stehenbleiben ist der antizyklonale Wirbel vollständig entwickelt, der Druck im Zentrum bleibt fast konstant und seine Temperaturverhältnisse entsprechen den Bedingungen der dynamischen Theorie.

B. Die freie Atmosphäre.

Das Material, das in diesem Kapitel bearbeitet wurde, besteht aus den Aufstiegen der Drachen, der Drachenballons, der bemannten Ballons und der Ballons sondes. Die Drachen, Drachenballons und die bemannten Fahrten wurden abgetrennt von Ballons sondes bearbeitet. Da das Zahlenmaterial ziemlich spärlich ist, habe ich das Feld in verschiedenen Niveaus der Antizyklone — von einem Kilometer zum anderen — zwar nach 8 Sektoren (N, NE etc.), aber nicht nach den Druckstufen getrennt, bei den Ballons sondes nach den 4 Quadranten N, E, S und W. Auch in diesem Kapitel ist ein Unterschied zwischen den kalten und warmen Antizyklonen des Sommers und des Winters gemacht worden.

Zur Bearbeitung kommt nur die Temperatur. Für die Windverhältnisse wäre es vom Interesse, das Material von höheren Niveaus als Sonnblick zu haben, da liegen aber sehr wenige Beobachtungen vor.

Die mittlere Abnahme der Temperatur mit der Höhe in der freien Atmosphäre habe ich aus den Tafeln Prof. Berson's in den Publikationen des preußischen aeronautischen Observatoriums abgeleitet und in bezug auf diese, die Abweichungen der Temperatur in den kalten und warmen Antizyklonen berechnet.

---

[1] Nehmen wir an, daß die Mächtigkeit der beiden sich entwickelnden Wirbeln gleichmäßig in die Höhe wächst.

Die Mittelwerte für je 500 *m* bis zu 3500 *m* sind folgende:

	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500
Winterhälfte	+ 1·5	— 0·0	— 1·5	— 3·4	— 5·1	— 7·1	[—11·8]
Sommerhälfte	+11·3	+ 8·2	+ 5·4	+ 2·9	+ 0·9	— 0·8	[— 2·3]

Die Mittelwerte für 3500 *m* sind unsicher.

In den folgenden Tabellen (p. 82 und 83) sind diejenigen Werte eingeklammert, die eine Abweichung vom einzelnen Werte darstellen oder dem Niveau 3500 *m* entsprechen.

Die Tabellen bestätigen allgemein das, was schon bei der Diskussion der Resultate aus den Bergobservatorien gezeigt wurde:

1. Man findet in den Antizyklonen beider Jahreshälften Temperaturen, die in bezug auf die mittlere Temperaturabnahme mit der Höhe im Bereiche von starken negativen Abweichungen zu kleinen positiven vorkommen können.

2. Die niedrigsten Temperaturen der beiden Antizyklonen (der kalten und der warmen) sind in den E-, SE- und S-Sektoren, die größten in den W- und NW-Sektoren.

Ballons sondes.

Die mittlere Temperaturabnahme mit der Höhe habe ich aus den Mittelwerten der Tafel VI in Prof. Hann's Abhandlung (Über die Temperaturabnahme mit der Höhe bis zu 10 *km* etc., Wiener Sitzungsber. 1904) berechnet, d h., Mittel aus den Werten für die Temperaturabnahme in den Zyklonen und Antizyklonen gebildet. Die Mittelwerte sind folgende:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	km									
Winterhälfte .	+ 2·4	— 1·4	— 6·3	—12·5	—18·9	—25·8	—32·7	—39·2	—45·6	—51·3
Sommerhälfte .	+ 9·6	+ 4·3	— 0·6	— 5·9	—12·0	—18·7	—25·4	—31·8	—39·0	—45·4

Das bis jetzt über die Ballons-sondes-Aufstiege publizierte Material ist fast ungenügend zur Darstellung der Temperaturverhältnisse der höheren Schichten der kalten und der warmen Antizyklonen.

Von den beiden Antizyklonen stehen den warmen Antizyklonen mehr Fälle zur Verfügung als den kalten und da wieder der warmen Winterantizyklone mehr als der Sommerantizyklone. In jener hat der W-Quadrant das größte Gewicht (Mittel aus 20 Registrierungen).

Auffallend ist, daß in den extremen Fällen der hier betrachteten Antizyklonen die positiven Abweichungen so hoch hinaufreichen. Man nimmt an, daß im Mittel die positiven Abweichungen in den Antizyklonen bis zu 5—6 *km* hinaufreichen; hier ist gezeigt, daß in den extremen Fällen die positiven Abweichungen bis zu 7—10 *km* hiaufreichen können, in der Südwesthälfte wahrscheinlich höher als in der nordöstlichen. Das kann umso mehr zugunsten der dynamischen Theorie der entwickelten Antizyklonen sprechen.

Freie

(Drachen, Drachenballons,

Winter-

Kalte Antizyklone.

m	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Gewicht (Zahl der Beobachtungen)								
500	9	9	3	3	5	8	10	6
1000	6	9	4	2	5	8	9	4
1500	4	4	2	2	4	7	7	4
2000	4	3	2	1	2	5	5	1
2500	3	—	2	1	1	3	5	1
3000	3	—	1	1	1	1	3	1
3500	2	—	—	—	1	1	2	—
Temperaturabweichung								
500	— 4·5	— 1·3	— 5·8	— 10·0	— 8·8	— 7·1	— 5·6	— 0·6
1000	— 3·1	— 2·5	— 4·2	— 12·2	— 8·4	— 4·2	— 4·4	+ 0·7
1500	— 3·2	— 2·3	— 7·4	— 12·7	— 8·4	— 3·9	— 2·3	+ 0·7
2000	— 3·5	— 2·2	— 8·0	— 7·0	— 10·4	— 5·0	— 1·8	+ 1·4
2500	— 5·5	—	— 9·4	— 5·6	— 14·3	— 4·5	— 1·6	+ 1·2
3000	— 6·0	—	— 6·5	— 6·7	— 14·2	— 7·1	— 3·1	+ 1·4
3500	— 1·8	—	—	—	— 13·2	— 6·5	— 1·7	—

Sommer-

Kalte Antizyklone.

m	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Gewicht (Zahl der Beobachtungen)								
500	7	5	4	1	1	3	1	1
1000	8	5	5	2	1	3	1	1
1500	5	3	4	2	—	3	1	1
2000	3	2	4	2	—	3	1	—
2500	2	—	3	2	—	3	1	—
3000	1	—	3	2	—	3	1	—
3500	1	—	1	1	—	—	—	—
Temperaturabweichung								
500	— 1·6	— 3·1	— 2·5	+ 0·1	+ 0·2	— 4·6	— 7·0	+ 0·1
1000	— 3·0	— 3·5	— 3·6	— 0·3	0·0	— 6·1	— 9·2	+ 1·3
1500	— 3·2	— 3·5	— 3·2	— 0·6	—	— 2·6	— 6·0	+ 0·8
2000	— 0·6	— 1·2	— 2·3	— 0·3	—	— 1·0	— 3·4	—
2500	+ 0·1	—	+ 0·2	+ 0·5	—	— 0·4	— 2·5	—
3000	+ 3·0	—	+ 0·3	— 0·7	—	— 1·5	— 2·2	—
3500	+ 1·3	—	— 4·1	+ 0·7	—	—	—	—

Atmosphäre.

bemannte Ballons.)

hälfte.

Warme Antizyklone.

m	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Gewicht (Zahl der Beobachtungen)								
500	30	7	4	1	1	1	5	17
1000	29	6	5	1	1	—	6	17
1500	22	4	4	1	1	—	6	11
2000	18	3	4	—	1	—	4	9
2500	14	2	2	—	1	—	2	9
3000	10	1	2	—	1	—	3	6
3500	7	1	—	—	—	—	2	4
Temperaturabweichung								
500	+ 2·4	+ 1·7	+ 1·6	— 4·1?	+ 0·6	— 3·2?	— 3·1	+ 0·6
1000	+ 2·9	+ 1·8	+ 0·4	— 5·6?	— 1·5	—	+ 0·4	+ 3·3
1500	+ 3·9	+ 4·6	+ 2·1	— 7·0?	— 0·3	—	+ 2·7	+ 4·6
2000	+ 5·0	+ 5·2	+ 2·9	—	+ 1·3	—	+ 5·3	+ 4·5
2500	+ 5·1	+ 5·3	+ 0·8	—	+ 4·1	—	+ 4·8	+ 4·0
3000	+ 5·6	+ 7·9	+ 3·3	—	+ 4·4	—	+ 3·8	+ 3·3
3500	+ 7·7	+ 8·9	—	—	—	—	+ 6·5	+ 4·6

hälfte.

Warme Antizyklone.

m	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Gewicht (Zahl der Beobachtungen)								
500	13	5	6	2	2	1	3	20
1000	12	5	6	2	2	1	3	18
1500	8	4	5	2	2	1	—	11
2000	4	3	4	1	1	1	—	8
2500	4	1	3	1	—	1	—	8
3000	3	—	3	1	—	1	—	5
3500	3	—	1	1	—	1	—	4
Temperaturabweichung								
500	+ 2·2	+ 2·0	— 0·3	+ 4·1	+ 7·0	+ 5·8	+ 5·8	+ 6·1
1000	+ 1·9	+ 2·0	— 1·1	+ 2·6	+ 7·2	+ 3·9	+ 6·1	+ 5·6
1500	+ 0·7	+ 3·4	+ 0·4	+ 1·4	+ 8·1	+ 7·2	—	+ 6·0
2000	0·0	+ 4·2	+ 1·5	— 4·2	+ 5·4	+ 8·0	—	+ 7·2
2500	+ 1·7	+ 4·4	+ 4·3	— 2·1	+ 4·2	+ 7·1	—	+ 6·6
3000	+ 2·6	—	+ 3·6	— 5·5	+ 4·6	+ 5·7	—	+ 4·5
3500	+ 3·1	—	+ 4·3	— 4·9	+ 2·2	+ 6·1	—	+ 3·4

Freie

(Ballons

Winter-

Kalte Antizyklone.

km	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Gewicht (Zahl der Beobachtungen)										
N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
E	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
S	1	1	1	1	1	1	1	—	—	—
W	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—
Temperaturabweichung										
N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
E	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
S	— 11·0	— 14·9	— 14·7	— 11·5	— 10·0	— 8·2	— 4·6	—	—	—
W	— 6·0	— 2·6	—	—	—	—	—	—	—	—

Sommer-

Kalte Antizyklone.

km	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Gewicht (Zahl der Beobachtungen)										
N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
E	4	4	4	4	4	4	1	1	1	1
S	5	5	5	5	5	5	5	5	3	2
W	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Temperaturabweichung										
N	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
E	— 4·8	— 5·7	— 3·2	— 3·0	— 3·6	— 4·8	— 14·8	— 14·2	— 20·1	— 7·0
S	— 2·5	— 3·7	+ 5·2	+ 4·4	+ 6·1	+ 6·6	+ 5·9	+ 6·0	+ 4·1	+ 2·1
W	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Atmosphäre.

sondes.)

hälfte.

Warme Antizyklone.

km	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Gewicht (Zahl der Beobachtungen)										
N	3	3	4	4	3	2	2	1	1	1
E	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
S	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
W	19	20	20	20	20	20	20	20	19	17
Temperaturabweichung										
N	— 1·0	+ 2·8	+ 4·2	+ 4·2	+ 3·7	+ 3·4	+ 0·8	— 0·8	— 6·4	— 7·7
E	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
S	— 2·0	+ 5·0	+ 4·3	+ 6·9	+ 8·1	+ 9·2	+ 8·5	+ 6·4	+ 4·8	+ 1·5
W	+ 2·9	+ 5·8	+ 4·6	+ 5·1	+ 5·6	+ 5·6	+ 5·1	+ 3·8	+ 2·2	+ 0·5

hälfte.

Warme Antizyklone.

km	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Gewicht (Zahl der Beobachtungen)										
N	3	3	3	3	3	1	1	1	1	1
E	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
S	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3
W	8	8	6	6	6	6	6	4	4	4
Temperaturabweichung										
N	+ 2·5	+ 3·1	+ 2·8	+ 4·0	+ 3·8	+ 1·5	+ 3·2	+ 1·9	+ 1·3	— 1·5
E	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
S	+ 8·5	+ 8·4	+ 7·1	+ 7·0	+ 5·7	+ 5·8	+ 4·3	+ 2·3	— 0·1	0·0
W	+ 6·9	+ 6·7	+ 8·0	+ 7·4	+ 7·3	+ 6·9	+ 6·7	+ 6·6	+ 6·3	+ 4·9

In der kalten Winterantizyklone ist in den S- und W-Sektoren bloß ein einziger Aufstieg zur Hand; in der kalten Sommerantizyklone widersprechen sich die Resultate des E- und des S-Sektors.

C. Cirrusbeobachtungen.

Das hier benutzte Material ist hauptsächlich den Publikationen des preußischen meteorologischen Instituts entnommen und bezieht sich auf die Jahre 1887 bis 1905 inklusive. Nebenbei wurden auch die Beobachtungen des Wolkenjahres benutzt.

Das Gebiet der Antizyklone wurde in 8 Sektoren geteilt und jeder der Sektoren in Druckstufen 755—760 *mm*, 760—770 *mm*, 770—780 *mm*, 780—785 *mm*. Aus der Anzahl der beobachteten Fälle ist dann die mittlere Zugrichtung der Cirri berechnet. (Die Cirrusströmungen der beiden Winterantizyklonen sind in den beiliegenden Tafeln dargestellt.)

Cirrusniveau.

mm	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Winterhälfte.								
Kalte Antizyklone								
785/780	—	N	N	—	—	E	N 34 E	N
780/770	N 15 E	W 79 N	N 21 E	N 32 E	N 56 E	N	N 28 E	N 56 E
770/760	W 45 N	W 49 N	N 4 E	N 45 E	N	W	W 66 N	S 87 W
760/755	—	W 45 N	S 79 W	—	—	—	W	W 45 N
Warme Antizyklone								
785/780	—	N	—	—	—	E 45 S	N 7 E	W 84 N
780/770	W 38 N	W 72 N	N 18 E	N 47 E	N 65 E	N 50 E	W 34 N	W 17 N
770/760	W 16 N	W 41 N	W 76 N	N 21 E	E 45 S	W 8 N	W 7 N	S 74 W
760/755	S 79 W	S 67 W	W 22 N	—	—	—	S 34 W	—
Sommerhälfte.								
Kalte Antizyklone								
780/770	N 11 E	W 75 N	W 87 N	N 45 E	N 34 E	—	W 57 N	N 22 E
770/760	W 53 N	W 50 N	N 1 E	N 10 E	W 34 N	E 61 S	W 41 N	W 27 N
760/755	W 23 N	N 72 E	S	—	—	—	—	W 45 N
Warme Antizyklone								
780/770	W 46 N	W 55 N	W 63 N	N 55 E	S 69 W	W 35 N	N 17 E	W 34 N
770/760	W 4 N	W 28 N	W 62 N	N 36 E	E 52 S	E 28 S	W 10 N	W 12 N
760/755	—	W	—	—	—	S	S 23 W	—

Man sieht, daß sich noch in dem Cirrusniveau ein Unterschied zwischen der kalten und der warmen Antizyklone bemerkbar macht.

In der kalten Antizyklone stellt das System der Windrichtungen eine S-förmige Strömung, die, von NW in die nördlichen Sektoren hineintretend, über das Gebiet des höchsten Druckes als eine Nordströmung nach S fließt. Es zeigt sich innerhalb des ganzen Gebietes — von 755 *mm* im Meeresniveau bis zu den höchsten Druckstufen — im Cirrusniveau keine Einströmung zum Gebiete des höchsten Druckes im Meeresniveau.

Ich möchte eine gewisse Ähnlichkeit sehen zwischen den Cirrusströmungen der kalten europäischen Antizyklonen und den Cirrusströmungen der amerikanischen Antizyklonen, die von N oder von NW kommen. (Siehe Plate XV, »Anticyclones from Northwest, anticyclones from North« in H. H. Clayton's Discussion of the cloud observations, Blue Hill Meteorological Observatory, Annals of the astronomical observatory of Harvard College, Vol XXX, Part IV, 1896).

Die Cirrusströmungen in der kalten Sommerantizyklone sind jenen der kalten Winterantizyklone ähnlich, den SW-Sektor ausgenommen. (Mittel blos aus 3 Fällen.)

Die Cirrusströmungen der warmen Winterantizyklone zeigen einen deutlichen Unterschied von der kalten Antizyklone.

Es zeigt sich da eine einströmende antizyklonal gekrümmte Luftbewegung zu einem Gebiete, das nicht über dem höchsten Gebiete im Meeresniveau, sondern weit »rückwärts« im W-Sektor sich befindet. Die Komponente von N ist in der warmen Antizyklone nicht so stark ausgedrückt wie in der kalten. Die Luftbewegung in den nördlichen Sektoren stellt eine Strömung vom W nach E, von welcher ein Teil an der Frontseite der Antizyklone im NE-Sektor als westliche, in den E- und SE-Sektoren als nordwestliche, bezw. N-Strömung das Gebiet der Antizyklone verläßt. Ein Teil dieser Strömung dreht sich gegen S, SW und W und fließt dem erwähnten Gebiete im W-Sektor antizyklonal zu.

Obzwar es von dem Sonnblickniveau hinauf zum Cirrusniveau ein großer Sprung ist, ist man doch imstande, sich ein Bild von den Luftströmungen in dieser Schicht zu machen. Bedeutendere Azimutänderungen der Luftströmungen vom Sonnblick zum Cirrusniveau gehen besonders in dem SW- und dem W-Sektor vor sich.

Ein Vergleich mit ähnlichen Untersuchungen über Cirrusströmungen, zum Beispiel mit jenen der H. Åkerbloms und anderen, läßt sich schwer machen, da ihre Untersuchungen für den Typus einer »mittleren« Antizyklone Geltung haben.

Der Einfluß des kalten antizyklonalen Wirbels auf die Strömungen im Cirrusniveau ist also bedeutend kleiner als der des warmen, ein weiterer Beleg dafür, daß der warme antizyklonale Wirbel mächtiger ist als der kalte.

D. Die amerikanischen Bergobservatorien.

Mount Washington N. H., Jahre	1871,	November, Dezember.		
	1872,	Jänner	bis	Dezember.
	1873,	»	»	»
	1874,	»	»	»
	1875,	»		
	1877,	»	»	Dezember
	1878,	»	»	»
	1887,	»	»	September.
Pike's Peak, Co., im Jahre	1878,	»	»	Dezember
	1892, 1893, 1894 von September zu September.			

Ich habe die Absicht gehabt, das Beobachtungsmaterial der beiden amerikanischen Bergobservatorien des Mount Washington in New Hampshire, 1915 *m*, und des Pike's Peak in Colorado, 4308 *m*, soweit mir dasselbe zur Verfügung stand, zu benutzen. Es erwies sich aber das gesammelte Material von Pike's Peak zu spärlich, um es so wie das Material der europäischen Hochstationen untersuchen zu können. [1]

Mount Washington N. H.

44° 46′ nördl. Breite, 71° 16′ westl. Länge v. Gr., 1915 *m*).

Es ist gerade so verfahren worden wie beim Sonnblick. Es wurden alle Fälle der Antizyklone, die in dem Bereiche des Mount Washington vorkamen, notiert und zugleich die Temperatur und Windrichtung auf dem Mount Washington. Die Temperaturen der Luftströmungen wurden nach dem Azimute der Strömungen gereiht (die Windrichtung auf dem Mount Washington ist nach 8 Richtungen angegeben).

Die Extreme der beobachteten Temperaturen in Celsiusgraden bei verschiedenen Windrichtungen für $7^h 35^m$ a. m. für die beobachteten Jahre sind folgende:

		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Jänner	Min.	— 28·3	—	—	—	— 20·6	— 15·0	— 26·7	— 37·2
	Max.	— 15·0	—	—	—	—	+ 1·1	— 4·4	+ 3·9
Februar	Min.	?	?	—	?	—	?	— 24·4	— 31·7
	Max.	?	— 3·9	—	?	—	— 6·1	— 6·7	— 5·6
März	Min.	?	?	?	?	?	?	— 27·8	— 33·9
	Max.	— 4·4	?	?	+ 2·8	?	— 0·6	— 8·9	— 1·7
April	Min.	— 16·7	?	?	—	?	—	—	— 26·1
	Max.	— 10·6	+ 0·6	— 0·6	—	?	— 3·3	— 5·0	— 6·7
Mai	Min.	— 10·0	?	?	?	?	?	—	— 8·9
	Max.	+ 12·2	?	?	?	?	?	+ 16·7	+ 13·3
Juni	Min.	—	?	—	—	—	?	?	— 6·1
	Max.	+ 13·3	?	—	+ 10·0	+ 13·3	?	+ 12·2	+ 12·8
Juli	Min.	—	—	—	—	—	—	0·0	0·0
	Max.	+ 11·1	+ 10·6	—	—	—	—	+ 12·2	+ 13·3
August	Min.	— 0·6	?	?	—	—	?	—	— 2·8
	Max.	—	?	?	+ 11·7	+ 11·1	?	—	+ 9·4
September	Min.	— 5·6	— 5·6	—	—	?	—	— 6·7	— 8·3
	Max.	+ 12·8	+ 10·6	—	—	?	+ 10·6	+ 11·1	+ 10·0

[1] Es ist ein großer Nachteil des Beobachtungsmateriales der beiden Bergobservatorien, daß die Beobachtungstermine in verschiedenen Jahren verschieden waren, einmal zwei, ein anderes Mal wieder drei tägliche Beobachtungstermine.

		N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Oktober	Min.	— 8·3	— 7·2	—	—	?	?	— 6·1	— 11·7
	Max.	+ 4·4	—	—	—	?	?	+ 6·7	+ 10·6
November	Min.	—	?	—	—	?	?	—	— 10·6
	Max.	— 7·2?	?	—	—	?	?	+ 0·6	?
Dezember	Min.	—	— 6·7	—	—	—	?	?	— 31·7
	Max.	— 5·6	—	—	—	—	?	?	+ 0·6

(Das Fragezeichen bedeutet, daß zwar die betreffende Windrichtung vorkam, aber daß man infolge der weniger vorgekommenen Fälle nicht entscheiden konnte, ob die beobachtete Temperatur als extrem betrachtet werden sollte. Das Pausezeichen bedeutet, daß die betreffende Windrichtung in den Antizyklonen in der betrachteten Reihe von Jahren nicht beobachtet wurde.)

Wie bei den europäischen Observatorien so wurden auch hier nur die extremen Fälle der beobachteten Temperaturen bearbeitet. Das Feld der Antizyklone wurde in 4 Sektoren N, E, S und W geteilt, ohne Rücksicht auf die Druckstufen. Das Material für den S-Sektor ist sehr spärlich oder fehlt, da die Antizyklonen meist südlich von Mt. Washington ziehen. Für die betrachtete Reihe von Jahren habe ich für den Morgen- und Abendtermin die Temperatur auf

—10°8 C., beziehungsweise —10°6 C., für die Winterhälfte,

2°8 C., » 3°3 C., für die Sommerhälfte

berechnet.

Temperaturabweichungen vom Mittel.

Winterhälfte.

	Kalte Antizyklone. 7h 35m a. m.	11h 0m p. m.		Warme Antizyklone. 7h 35m a. m.	11h 0m p. m.
N	—12°2	— 8°0	N	+10°3	+7°6
E	—14·1	—13·9	E	+ 4·5	+3·0
S	—13·4	—	S	+ 3·4	+4·1
W	—	—	W	+ 7·4	+5·4

Sommerhälfte.

	Kalte Antizyklone. 7h 35m a. m.	11h 0m p. m.		Warme Antizyklone. 7h 35m p. m.	11h 0m p. m.
N	—8°3	—9°4	N	+4°8	+3°4
E	—7·4	—8·9	E	+1·1	0·0
S	—	—	S	(—0·1)	—
W	—	—	W	+5·3	+4·2

Windverhältnisse. (Richtung und Geschwindigkeit m. p. s.)

Winterhälfte.

	Kalte Antizyklone.		Warme Antizyklone.	
	$7^h 35^m$ a. m.	$11^h 0^m$ p. m.	$7^h 35^m$ a. m.	$11^h 0^m$ p. m.
N	W 45° N, 23·3 m. p. s.	W 48 N, 25·8 m. p. s.	W 38° N, 14·9 m. p. s.	W 42° N, 14·8 m. p. s.
E	W 42 N, 25·8 »	W 48 N, 25·8 »	W 49 N, 17·1 »	W 40 N, 17·9 »
S	W 11 N, 35·8 »	— —	W 23 N, 3·2 »	N 37 E, 6·0 »
W	— —	— —	S 70 W, 9·0 »	W 12 N, 4·7 »

Sommerhälfte.

	Kalte Antizyklone.		Warme Antizyklone.	
	$7^h 35^m$ a. m.	$11^h 0^m$ p. m.	$7^h 35^m$ a. m.	$11^h 0^m$ p. m.
N	W 55° N, 14·0 m. p. s.	W 56° N, 24·9 m. p. s.	W 33° N, 8·0 m. p. s.	W 23° N, 11·5 m. p. s.
E	W 56 N, 15·2 »	W 60 N, 16·3 »	W 85 N, 5·2 »	W 75 N, 9·8 »
S	— —	— —	W 33 N, 6·1 »	W 50 N, 14·9 »
W	— —	— —	S 61 W, 8·1 »	S 61 W, 9·6 »

Die Tabellen der Temperaturabweichungen zeigen:

1. daß in den amerikanischen Antizyklonen in dem Mt. Washington-Niveau Temperaturen vorkommen können, die in bezug auf die mittlere Temperatur des Observatoriums im Bereiche von starken negativen zu mäßigen positiven Abweichungen sich bewegen.

2. In den kalten Antizyklonen der Winterhälfte ist der E-Sektor der kälteste, in jenen des Sommers scheint es der N-Sektor zu sein. In den warmen Antizyklonen der beiden Jahreshälften ist der E- und S-Sektor kälter als der W- und N-Sektor.

Was die Temperaturen betrifft, so findet man also eine gute Übereinstimmung mit den extremen Temperaturverhältnissen der europäischen Antizyklonen.

Was die Windverhältnisse in den kalten Antizyklonen der beiden Jahreshälften betrifft, so findet man auf dem Mt. Washington eine starke Strömung von NW her, ein Beweis dafür, daß, wenn die kalten amerikanischen Antizyklonen die Neu-Englands-Küste verlassen, ihr Wirbel eine noch viel geringere Mächtigkeit hat, als die Höhe des Mt. Washington beträgt (also kaum 1900 *m*).

Auch in den warmen Antizyklonen, wenn sie die Neu-Englands-Küste verlassen, findet man in dem N-Sektor eine einströmende Komponente, also auch hier reicht der antizyklonale Wirbel noch nicht bis zum Mt. Washington-Gipfel.

Es zeigt sich also allgemein, daß die antizyklonalen Wirbel, am Mt. Washington vorbeiziehen, wie »kalt« so auch »warm« sein können und daß sie eine geringe Mächtigkeit haben.

Pike's Peak. Co.

(38° 50′ nördl. Breite, 105° 02′ westl. Länge v. Gr.; 4308 *m*.)

Es war meine Absicht, auf dieselbe Weise auch das Material von Pike's Peak zu untersuchen, aber daß gesammelte Material genügte nicht dazu. Denn es kommen da erstens verschiedene Beobachtungstermine vor, und zwar im Jahre 1878 die Beobachtungstermine $7^h 35^m$ a. m., $4^h 35^m$ p. m. und $11^h 0^m$ p. m., in den Jahren 1892 bis 1894 (vom Oktober zum Oktober) wieder 8^h a. m. und 8^h p. m. und zweitens würde man aus den in den Jahren 1878 und 1892 bis 1894 am Pike's Peak vorbeipassierenden Antizyklonen nur die-

jenigen mit extremen Temperaturen zum Mittelbilden heranziehen, so würden sehr wenige Fälle zurückbleiben, darum mußte beim Pike's Peak eine solche Berechnung aufgegeben werden.

Um nun zu zeigen, daß die extremen Temperaturen in den Antizyklonen, die am Pike's Peak vorbeipassieren, in ähnlichen Grenzen sich bewegen, wie es bei den europäischen Observatorien der Fall ist, lasse ich hier die Tabelle der extremen Temperaturen bei verschiedenen Windrichtungen (für die beiden Jahreshälften getrennt) folgen:

Oktober bis März (8^h a. m.) in C°.

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Min.	— 26·7	— 26·1	?	— 25·6	?	— 20·0	— 27·8	— 25·6
Max.	— 6·1	— 2·2	?	?	?	— 6·7	— 1·7	— 2·8

April bis September (8^h a. m.) in C°.

	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Min.	— 17·2	— 13·3	—	?	?	?	— 11·7	— 11·7
Max.	+ 1·1	+ 2·8	—	— 2·8	— 5·6	+ 3·3	+ 1·7	— 5·0

Die mittlere Temperaturen der beiden Jahreshälften, für 8^h a. m. aus den Jahren 1892—1894 abgeleitet, sind —14°2 C (die Winterhälfte), beziehungsweise —3°4 C (die Sommerhälfte).

Man sieht, daß die mittlere Temperatur für 8^h a. m. den beobachteten Maximis der Temperatur näher liegt als den Minimis; es kommen also in den Antizyklonen des amerikanischen Westens Temperaturen vor, die in bezug auf die mittlere Temperatur der Luft, im Bereiche von starken negativen Abweichungen zu schwachen positiven vorkommen können.

Ich möchte da noch auf den in der Einleitung erwähnten Aufsatz aufmerksam machen (Meteorologische Zeitschrift 1898, p. 58). In diesem Aufsatze hat Prof. Hann auf Grund des Temperaturmateriales des Pike's Peak und Colorado Springs genügend nachgewiesen, daß die mittlere Temperatur der stationären Antizyklonen zwischen diesen zwei Stationen höher ist als in den vorbeiziehenden Zyklonen, und hat dadurch gezeigt, daß diese stationären Antizyklonen der Felsengebirge ihr Analogon in den stationären Antizyklonen von Zentraleuropa haben. Andere amerikanische Antizyklonen, die alle Merkzeichen des Stabilität der warmen mitteleuropäischen Antizyklonen aufweisen können, sind die fast stationären Antizyklonen des Spätherbstes in den östlichen Vereinigten Staaten, die das bekannte »Indian Summer« hervorrufen. Der Einfluß dieser Antizyklonen auf die Bahnen der Zyklonen ist bekannt (zum Beispiel: »Galvestone Hurricane in September 1900) und das spricht entschieden zugunsten des dynamischen Ursprunges derselben. Diese Antizyklonen bilden eine noch offene Frage der amerikanischen Aerologie und ihre Untersuchung wird zum Aufklären der Streitfrage über den Ursprung der Zyklonen und Antizyklonen sehr beitragen.

So viel über die amerikanischen Antizyklonen.

Zusammenstellung der Resultate.

Das Studium der meteorologischen Verhältnisse der höheren Luftschichten in den Antizyklonen ergibt, daß man in diesen sukzessive Stadien der Entwicklung zu unterscheiden hat, die besonders durch Temperatur- und Strömungsverhältnisse charakterisiert sind.

Betrachtet man die Temperaturverhältnisse in den Antizyklonen in bezug auf die mittlere Temperaturabnahme mit der Höhe, so kommen in den Antizyklonen Temperaturen vor, die in den Grenzen zwischen starken negativen und schwachen positiven Temperaturabweichungen sich bewegen.

Die meteorologischen Verhältnisse der extremen Fälle der Antizyklonen, der »kalten« und der »warmen« Antizyklonen, kann man folgendermaßen charakterisieren.

Die »kalte« Antizyklone:

Diese stellt einen antizyklonalen Wirbel mit einer stark nach rückwärts geneigten »Achse«, von geringer Mächtigkeit, $1^1/_2$ bis 3 *km* je nach der Entwicklung, dar. Dieser Wirbel ist sehr kalt, und zwar die Frontseite viel kälter als die Rückseite. Die Frontseite weist allgemein auf größere Feuchtigkeit und Bewölkung hin als die Rückseite. Die rascheste Winddrehung — im Sinne des Uhrzeigers — mit der wachsenden Höhe geht in den NW-, weniger in den W-, N- und NE-Sektoren vor sich, so daß man in geringen Höhen in den NW-, N-, und NE-Sektoren einer sehr kalten Nordströmung und in dem W-Sektor einer mäßiger temperierten Südströmung begegnet, die den antizyklonalen Wirbel ernähren. Mit weiterer Erhebung über den antizyklonalen Wirbel gewinnt die kalte nördliche Strömung allmählich die Herrschaft, so daß im Cirrusniveau über dem kalten antizyklonalen Wirbel nur eine kalte NW—SE Strömung wahrnehmbar ist. Ein Einströmen der Luft zum Gebiete des höchsten Druckes im Meeresniveau läßt sich im Cirrusniveau in der kalten Antizyklone nicht bemerken.

Das Auftreten der »kalten« Antizyklone in Europa ist zweierlei:

1. Es gibt wenige Fälle, und zwar relativ mehrere im Sommer (August) als im Winter, daß die kalte Antizyklone, als eine Rückseiteerscheinung einer ausgedehnten Depression folgend — gewöhnlich in 2mal 24 Stunden — über Europa hinwegzieht; dabei bleibt der Wirbel der kalten Antizyklone sehr kalt, seicht und der Druck im Zentrum (im Mittel) fast unverändert.

2. In der Mehrzahl der Fälle, und zwar öfter im Winter als im Sommer, zieht die kalte Antizyklone in Zentraleuropa ein, in ihrer Fortpflanzungsgeschwindigkeit rasch retardierend. Damit geht Hand in Hand: Das Anwachsen der Mächtigkeit des antizyklonalen Wirbels, Kälterwerden in allen seinen Niveaus durch gewisse Zeit und Drucksteigerung im Zentrum der Antizyklone. Am Tage des Stehenbleibens erreicht der kalte antizyklonale Wirbel das Schlußstadium seiner Entwicklung und geht derselbe stationierend allmählich in einen warmen Wirbel über.

Die »warme« Antizyklone:

Diese stellt einen warmen antizyklonalen Wirbel von größerer Mächtigkeit als der der kalten Antizyklone dar. Die Neigung der »Achse« des Wirbels nach rückwärts (westwärts) ist geringer als bei dem kalten Wirbel. Die vordere Seite des Wirbels weist auf größere Feuchtigkeit und Bewölkung und kleinere positive Temperaturabweichung als die Rückseite hin.

Die Winddrehung mit der wachsenden Höhe (im Sinne des Uhrzeigers) geht in dem nordwestlichen Teile der Antizyklone langsamer mit der Höhe vor sich als es bei dem »kalten« Wirbel der Fall war, so daß man in viel größeren Höhen der Nordströmung der Frontseite und der Südströmung der Rückseite begegnet. In dem Cirrusniveau läßt sich im W-Quadranten ein antizyklonales Einströmen der Luft wahrnehmen.

Das Auftreten der »warmen« Antizyklone ist zweierlei:

1. Sie kommt auf den Kontinent schon als »warme«, ihre Fortpflanzungsgeschwindigkeit ist langsam, unbestimmt, oft bleibt sie mehrere Tage stehen, oder

2. sie entsteht aus der kalten Antizyklone, wie es sub 2. »kalte Antizyklone« geschildert wurde.

Es stellen also die »kalte« und die »warme« Antizyklone das Anfang- und Schlußstadium in der Lebensgeschichte der Antizyklone dar, und zwar der »kalte« antizyklonale Wirbel die werdende und sich entwickelnde Antizyklone, die »warme« Antizyklone die gewordene entwickelte Antizyklone. Geht man von Prof. Bigelow's Auffassung über den Ursprung der Antizyklonen aus, so ist es klar, daß für die Entwicklung des Wirbels seine Fortpflanzungsgeschwindigkeit von großer Wichtigkeit ist. Es steht mit ihr die Form der Trajektorien, das ist die Form der Luftbahnen in bezug auf die Erdoberfläche der den antizyklonalen Wirbel ernährenden Strömungen in engem Zusammenhange.

Vergleicht man die hier gewonnenen Resultate über die europäischen Antizyklonen mit den amerikanischen, so kann man folgendes sagen:

Die meisten amerikanischen Antizyklonen — östlich von dem Felsengebirge — haben die Eigenschaften der kalten europäischen Antizyklonen, denn sie sind:

1. rasch,

2. seicht (das beweisen die Beobachtungen der Wolken und der Luftströmungen, zum Beispiel Mt. Washington).

3. kalt.

Es gibt in Amerika wenige Fälle, wo die Antizyklonen, nach Osten fortschreitend, allmählich retardieren und an der atlantischen Küste stationär bleiben. Diese stationären Antizyklonen, die in ihrer Stabilität an die warmen stationären mitteleuropäischen Antizyklonen sehr erinnern, blieben bis jetzt unerforscht.

Ich möchte mich auf Grund dieser Zusammenstellung folgendermaßen über die Antizyklonen äußern:

Es besteht kein Unterschied zwischen den amerikanischen und europäischen Antizyklonen. Der Ursprung dieser wandernden Wirbel auf den beiden Kontinenten ist derselbe, nämlich thermisch angeregt durch kalte, schwere Luftmassen, aber die Geschwindigkeit, mit welcher die Entwicklung des Wirbels vor sich geht, ist verschieden. Während in Europa in wenigen Fällen ein kalter seichter antizyklonaler Wirbel rasch von W nach E zieht und in den meisten Fällen infolge des raschen Retardierens seiner Fortpflanzungsgeschwindigkeit sich in eine warme Antizyklone entwickelt, ist in Amerika — östlich von dem Felsengebirge — der Prozeß meistens der entgegengesetzte.

Anhang.

In der Einleitung habe ich die Antizyklonen nach der Temperatur klassifiziert und gesagt, der Fall, daß die »warmen« Antizyklonen auch in »kalte« sich umwandeln, äußerst selten vorkommt. Zum Beispiel Die Antizyklone vom 8. bis 21. Jänner 1888: Vom 8. bis inkl. 12. warm, vom 12. zum 13. sinkt die Temperatur auf dem Sonnblick von —11°6 (N_4) auf —21°6 (NNE) und bleibt bis zum 18. kalt und steigt nachher.

Die Antizyklone vom 7. bis 12. Dezember 1899; vom 7. bis inkl. 8. warm, vom 8. zum 9. sinkt die Temperatur von —8°8 (W_3) auf —21°2 (NNE).

Die Antizyklone vom 14. bis 19. Jänner 1902; am 14. mäßig warm, in 24 Stunden sinkt die Temperatur von —15°2 (N_6) auf — 24°6 (N_2) und steigt dann wieder allmählich.

Geht man von Prof. Bigelow's Auffassung aus, die Antizyklone entstehe durch kalte Nordströmung und warme Südströmung, so wird es klar sein, daß die Temperaturverhältnisse der Antizyklone von den Temperaturen dieser beiden Strömungen, wo die kalte Nordströmung eine Hauptrolle spielt, abhängig sind. Wird diese Strömung mächtiger, gewinnt sie die Luft von höheren Breiten, so wird auch die durch sie ernährte Antizyklone durch gewisse Zeit kälter; wird diese Strömung abgeschwächt oder erlischt sie, so kann sie anderseits wieder die Ursache der Auflösung der Antizyklone sein.

Daß diese Strömungen, die den Luftaustausch in den mittleren Höhenschichten der Atmosphäre zwischen höheren und niedrigen Breiten vermitteln, mit der allgemeinen Zirkulation und ihren Änderungen in engem Zusammenhange stehen, ist sehr wahrscheinlich.

Wie mit der Entwicklung der Antizyklone die hier geschilderten Änderungen der meteorologischen Elemente, durcheinander sich bedingend, nacheinander folgen, so ließ sich schon bei der Bearbeitung dieses Themas vermuten, daß auch in den Zyklonen ein ähnlicher Prozeß, vielleicht in anderer Reihenfolge vor sich geht. Ich will darum als notwendiges Gegenstück zu dieser Untersuchung über die Antizyklonen eine ähnliche über die Zyklonen vorbereiten.

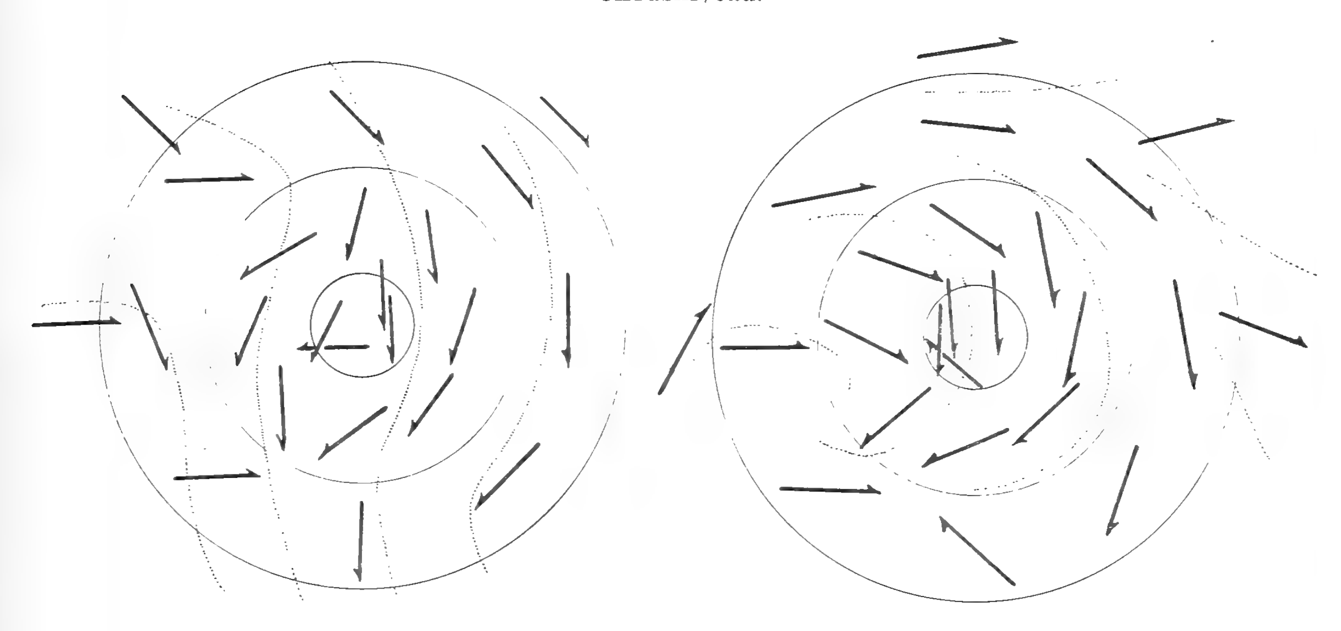
Indem ich diese Arbeit schließe, spreche ich an dieser Stelle dem Herrn Hofrat Prof. Dr. Hann, auf dessen Anregung ich dieses Thema zu bearbeiten versuchte, sowie dem Herrn Hofrat Prof. Dr. J. M. Pernter, Direktor der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, welcher mir das zur Bearbeitung dieses Themas notwendige Material aus der Bibliothek der Zentralanstalt gütigst zur Verfügung stellte meinen höflichsten Dank aus.

Die Luftströmungen in den kalten und warmen Antizyklonen.

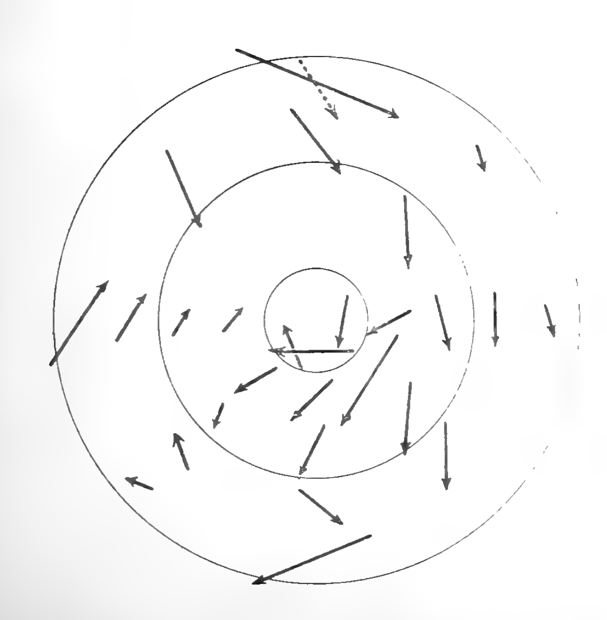
Winterhälfte.

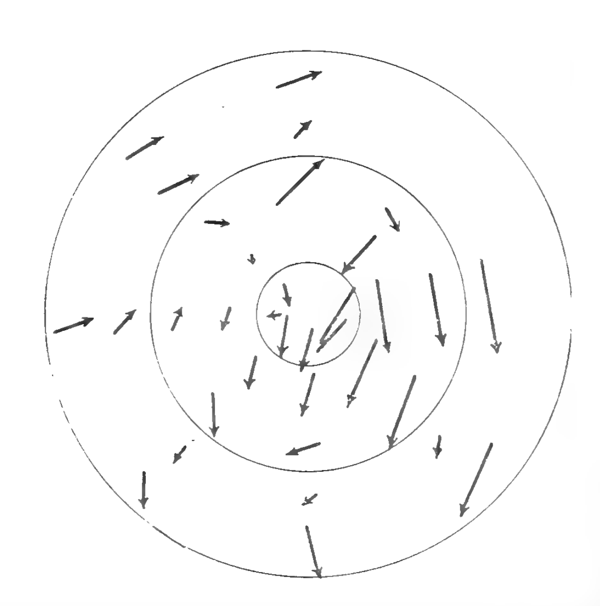
Kalte Antizyklone. Warme Antizyklone.

Cirrusniveau.



Sonnblick.



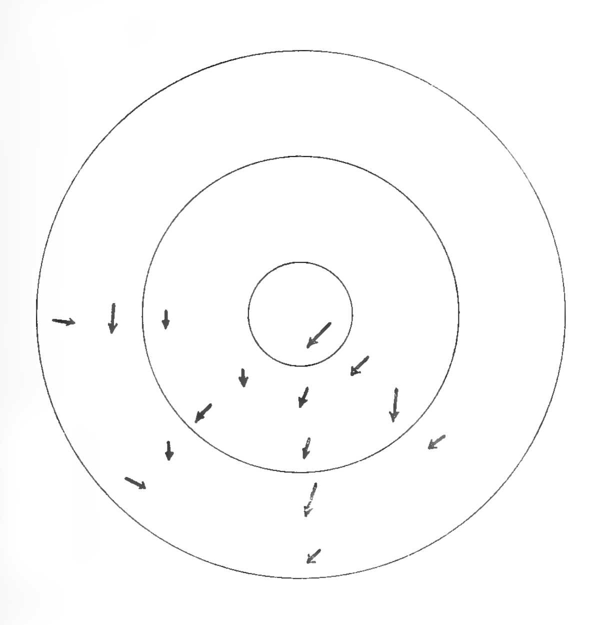


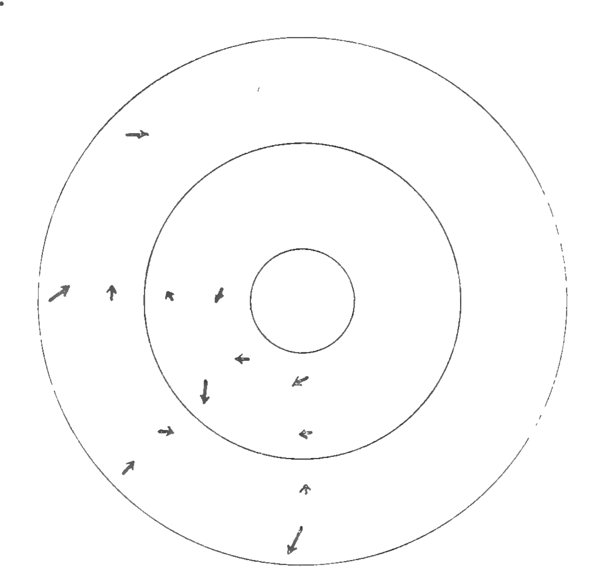
Die Luftströmungen in den kalten und warmen Antizyklonen.

Kalte Antizyklone.

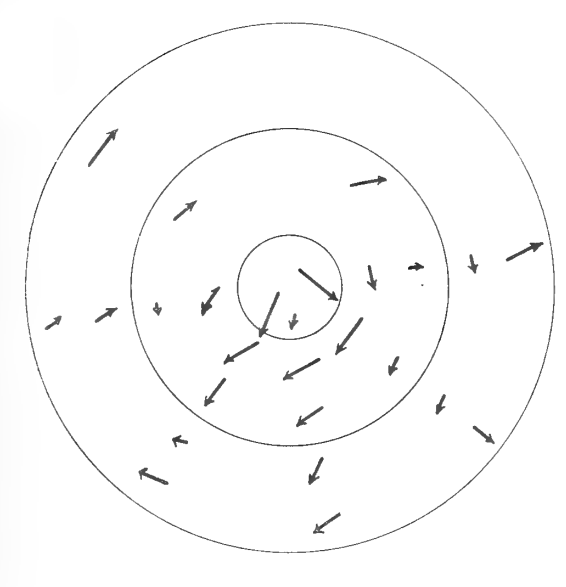
Warme Antizyklone.

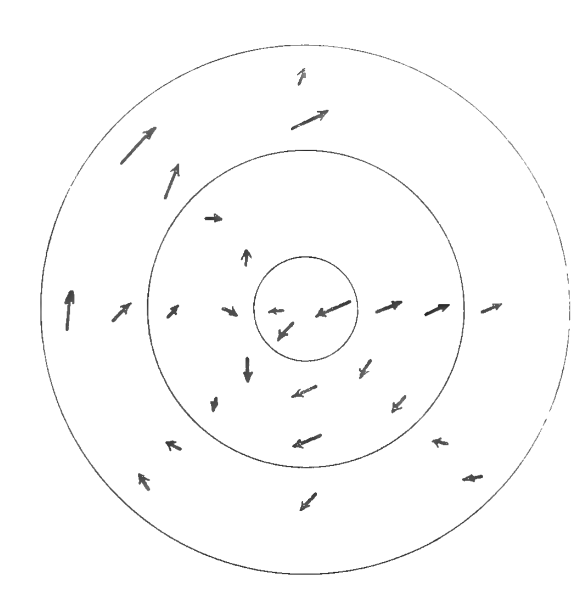
Pic du Midi.



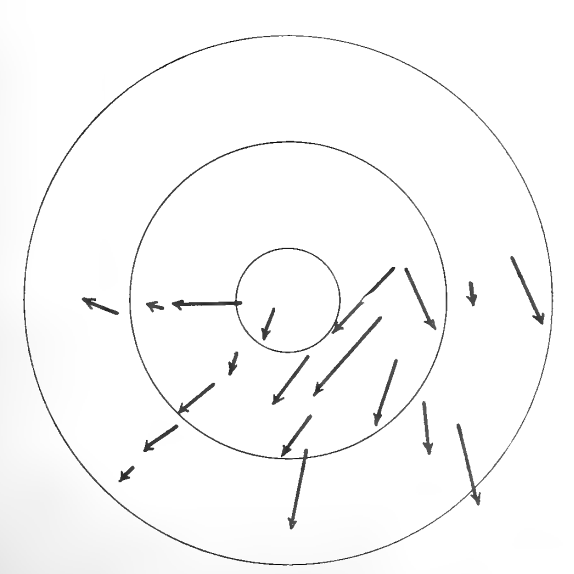


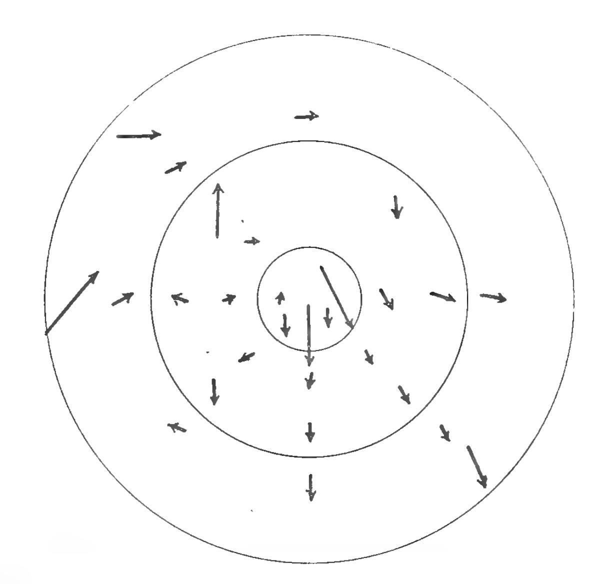
Säntis.





Obir.



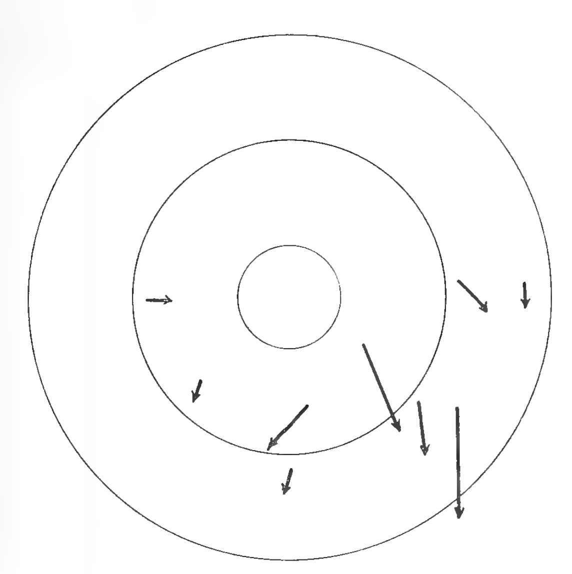


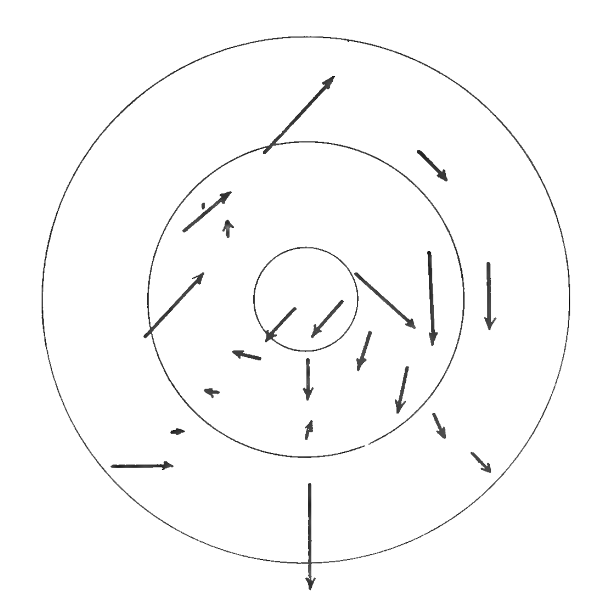
Die Luftströmungen in den kalten und warmen Antizyklonen.

Kalte Antizyklone.

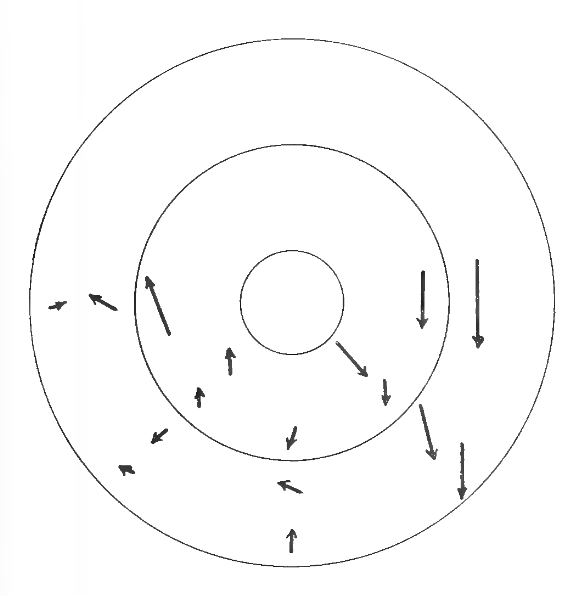
Warme Antizyklone.

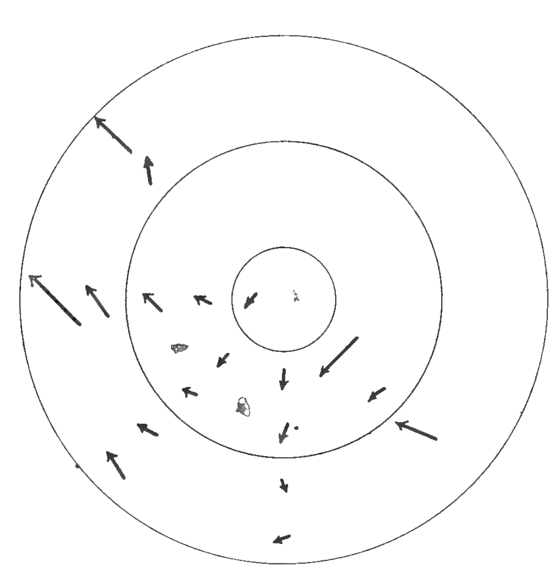
Bjelašnica.



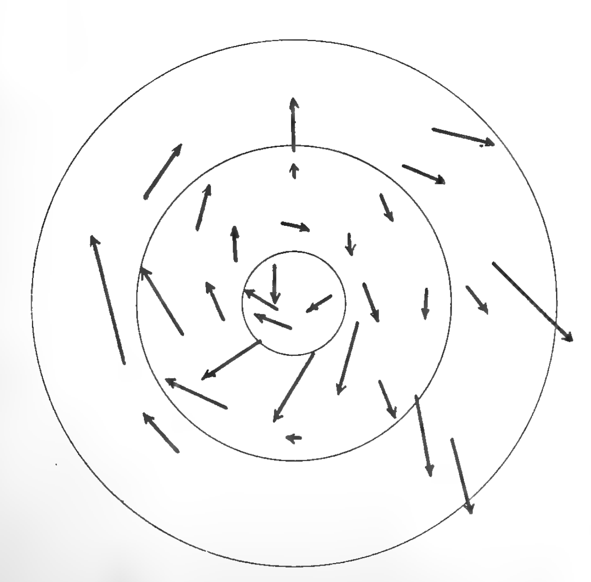


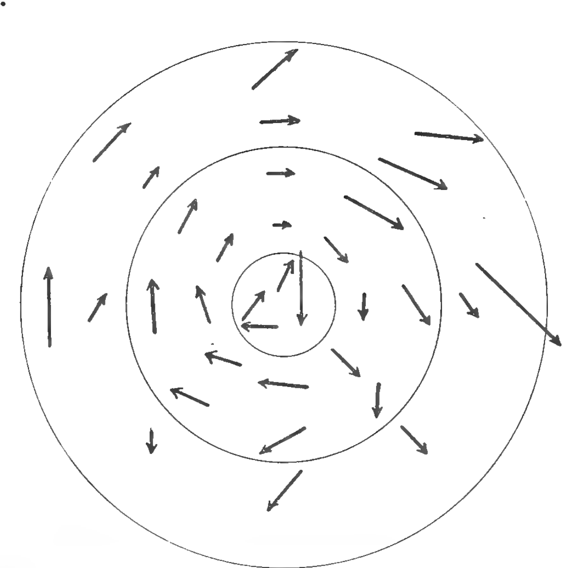
Mount Ventoux.





Schneekoppe.



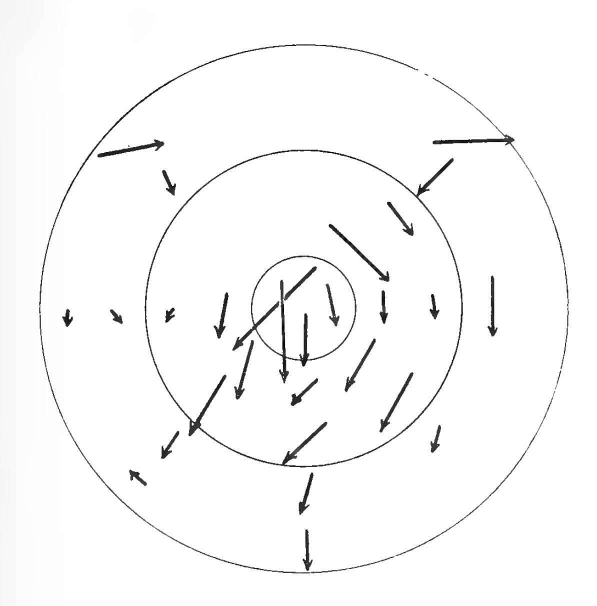


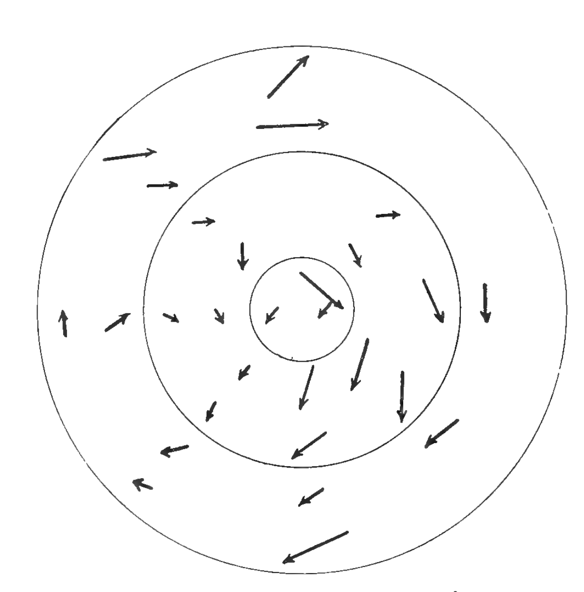
Die Luftströmungen in den kalten und warmen Antizyklonen.

Kalte Antizyklone. | Warme Antizyklone.

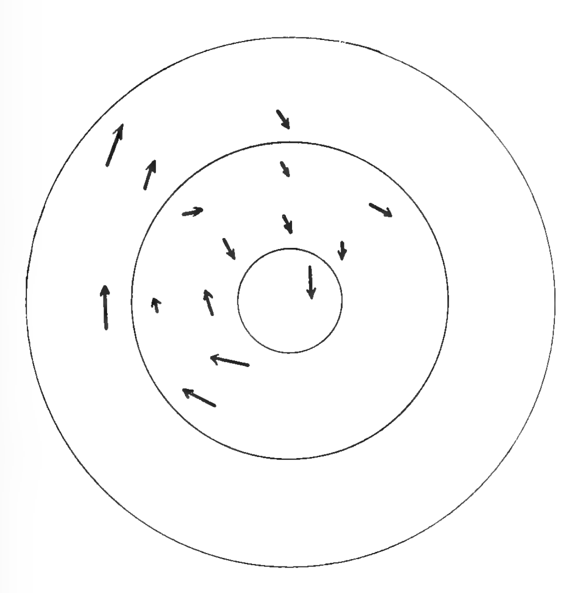


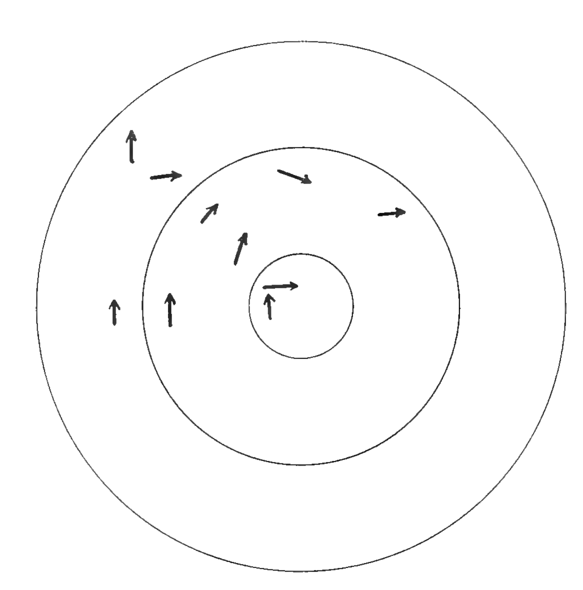
Belchen.



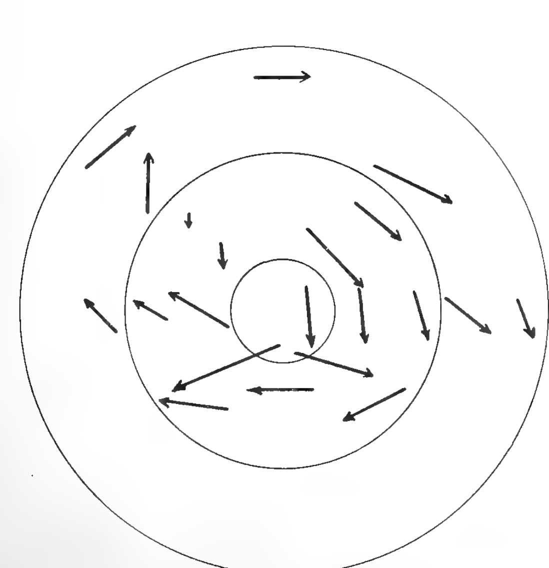


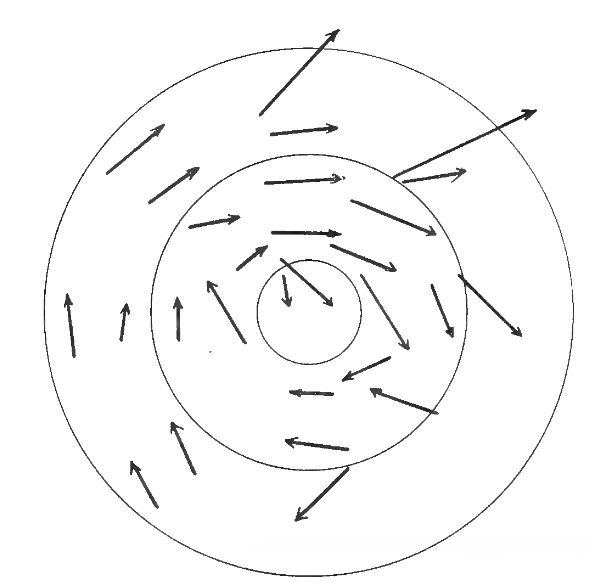
Ben Nevis.





Brocken.





BEITRÄGE

ZUR

KENNTNIS PARASITISCHER COPEPODEN

VON

DR. OTTO PESTA.

Mit 3 Tafeln.

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 2. JULI 1908.

Die folgenden Untersuchungen wurden an der k. k. zoologischen Station in Triest ausgeführt. Für die finanzielle Unterstützung, welche mir die kaiserliche Akademie der Wissenschaften aus dem Legate Scholz zu diesem Zwecke zugewandt hat, sei hier der wärmste Dank ausgesprochen. Derselbe gebührt auch dem Kuratorium der k. k. zoologischen Station für die Bewilligung des Arbeitsplatzes. Sehr verpflichtet bin ich dem Herrn Prof. Dr. C. J. Cori sowie dem Herrn Assistenten Dr. H. Micoletzky, die mir zur Erleichterung und Förderung der Arbeit in liebenswürdigster Weise hilfreich beistanden. Ferner möceth ich noch dem Herrn Antonio della Valle, Konservator am naturhistorischen Museum in Triest, für die von ihm gewährte Entlehnung einschlägiger Literatur bestens danken.

Seitdem ich mit der Literatur über parasitische Copepoden näher bekannt bin, habe ich die Überzeugung gewonnen, daß der Aufstellung eines natürlichen Systems, welche schon von so vielen Seiten unternommen, kaum aber mehr als bei einem verfehlten oder doch unvollendeten Versuche geblieben ist, nur unter Berücksichtigung aller zu Gebote stehenden Mittel näher gekommen werden kann. Bis zu Claus' Zeiten bildeten vornehmlich äußere und innere Organisation der Formen die Anhaltspunkte, nach welchen die verwandtschaftlichen Beziehungen beurteilt wurden. Der entwicklungsgeschichtliche Faktor ist mehr oder weniger unbeachtet geblieben. Um so größere Zustimmung verdienen daher die neueren Untersuchungen Schimkewitsch' und Pedaschenko's, die auf dem Gebiete der Embryologie ihre Tätigkeit bereits von interessanten Resultaten gekrönt sehen. Immerhin noch sehr stiefmütterlich steht es trotzdem um die Kenntnis der postembryonalen Entwicklung. Sie scheint mir nicht weniger wichtig als die übrigen Forschungszweige. Ich habe mir daher zur Aufgabe gemacht, durch die Feststellung von Entwicklungszyklen mein Schärflein zur Beseitigung der vielbeklagten systematischen »Argheit« beizutragen. Für diesen Zweck wurden auch die folgenden Untersuchungen angestellt. Wenn sie

bescheidener ausgefallen sind, als ursprünglich in meiner Absicht gelegen war, so liegt der Grund hierfür in dem nahezu gänzlichen Mißlingen der Kulturen. Schon bei der Bearbeitung der Metamorphose von *Mytilicola intestinalis* war das gesteckte Ziel nur mit großer Schwierigkeit und Geduld zu erreichen und verging damit ein Zeitraum von nahezu fünf Monaten. Diesmal standen mir nur sechs Wochen zur Verfügung. Die angelegten Kulturen lieferten nun zwar das erste Larvenstadium, aber trotz Anwendung verschiedener technischer Hilfen nichts weiter. Ich zweifle nicht daran, daß bei entsprechender Variation ein besserer Erfolg erzielt werden kann, doch durfte ich mit Rücksicht auf die kurz bemessene Zeit nicht zu lange »auf Probe« arbeiten. Vor allem mag die hohe Temperatur des Seewassers ($17^1/_2$ ° C.) zum Absterben der Larven beigetragen haben; ebenso konnte ich das Auftreten von Bakterien und Infusorien nicht verhindern. Über die Larven von *Notopterophorus (= Doropygus) gibber* schreibt schon T. Thorell: »Es ist mir nie gelungen, sie länger als einen oder ein paar Tage am Leben zu erhalten, und ermangle ich deshalb jeder Kunde von ihrem ferneren Schicksal, bis sie sich in den Ascidien zeigen« (in: Zeitschr. f. ges. Naturwiss., XV. Bd., 1860, p. 136). Meine Mitteilungen erstrecken sich daher, von einem ergänzenden Beitrag zur Kenntnis der Gattung *Notopterophorus* abgesehen, nur auf die Naupliusstadien von *Notopterophorus gibber* Thor., *Lichomolgus sepicola* Claus und endlich auf die Beschreibung eines Parasiten, der bis heute unbekannt geblieben ist.

Material und Untersuchungsmethoden.

Netopterophorus (= Doropygus) gibber Thor. wurde in großer Menge und in allen Altersstufen aus *Ciona intestinalis* gewonnen, welches Material man sich in Triest leicht und jederzeit verschaffen kann.

Ich machte dabei die biologisch nicht uninteressante Beobachtung, daß die Parasiten die Entwicklungszeit ihrer Wirte insofern selbst einhalten, als in jungen Cionen sich in der überwiegenden Mehrzahl auch nur Jugendstadien vorfinden, während zum Beispiel trächtige, ausgewachsene Weibchen fast ausschließlich in großen Ascidien zu suchen sind. Das Material von *Lichomolgus sepicola* Claus verschaffte ich mir durch Abschneiden der Kiemen von *Sepia officinalis*, an denen eiersacktragende Weibchen ebenfalls in großer Menge anzutreffen waren (Mai). Die neue, zur Familie der Lichomolgiden gehörige Form fand ich am Integument von *Pecten glaber*. Die Larvenstadien wurden lebend untersucht — bei ihrer geringen Größe und Zartheit die zuverlässigste Beobachtungsmethode. Zur Fixierung der ausgewachsenen Tiere zwecks Herstellung von Totopräparaten benützte ich teils warmes Sublimat, teils Pikrinessigsäure, worauf eine Färbung mit Boraxkarmin (unter Anwendung von Salzsäurealkohol) vorgenommen wurde. Zur Erleichterung richtiger Beobachtung äußerer chitinöser Organe hat mir die Behandlung mit Kalilauge wieder große Dienste geleistet, so vor allem zur Konstatierung von Segment-, beziehungsweise Gliedergrenzen. Präparate von überraschender Deutlichkeit ergab ein neuer Färbungsversuch. Ich verdanke diese erfreulichen Resultate einer Aufforderung des Herrn Dr. Al. Issakówitsch (München-Odessa), dem ich hiermit auch an dieser Stelle meinen Dank aussprechen will. Die durch Kalilauge vollkommen aufgehellten Tiere werden in eine verdünnte wässerige Lösung von Bleu du Lyon gegeben; schon nach sehr kurzer Zeit ($^1/_2$ bis 1 Minute) hat das Chitin den Farbstoff angenommen. Eine vorsichtige Behandlung mit Glyzerin und nachheriges Einbetten in Glyzeringelatine liefert herrliche Dauerpräparate.

I. Notopterophorus gibber Thor.

(Taf. I, Fig. 1—6.)

Zur Systematik und Literatur. Die beiden Notodelphyidengenera *Notopterophorus* Costa und *Doropygus* Thorell wurden von W. Giesbrecht (1882 »Beiträge zur Kenntnis einiger Notodelph.«, Mitteil. der zoologischen Station Neapel, III. Bd., p. 293) in die Gattung *Doropygus* s. l. zusammengezogen

Zugleich hat sich ergeben, daß zwei Formen des ursprünglichen Genus *Doropygus*, nämlich *D. auritus* und *D. gibber*, mit *Notopterophorus* näher verwandt sind als mit den übrigen *Doropygus*-Arten es gilt daher folgende Nomenklatur und systematische Einreihung:

I. Subgen. **Doropygus** (= **Doropygus** Thor. s. str.).

1. Spec. *psyllus* Thorell,
2. » *Normani* Brady,
3. » *pulex* Thorell,
4. » *porcicanda* Thorell.

II. Subgen. **Notopterophorus** (= **Notopterophorus** Costa s. l.)

1. Spec. *papilio* Hesse,
2. » *elongatus*:
   Var. α) *elatus* Costa,
   » β) *elongatus* Costa,
   » γ) *auritus* Thorell,
3. » *gibber* Thorell.

Die Gründe für die Aufstellung dieser Reihe werden von Giesbrecht in der vorhin zitierten Abhandlung durch morphologisch-anatomische Befunde erklärt und gerechtfertigt. Nach den Untersuchungen Schimkewitsch' (»Studien über parasitische Copepoden«, Zeitschr. für wiss. Zool., LXI. Bd., 1896, p. 339) scheint mir auch der embryologische Beweis für die Verwandtschaft erbracht, trotzdem ein gleichartiger Entwicklungstypus nicht in allen Fällen für dieselbe spricht, sondern oft nur durch ähnliche Lagerung der Eier hervorgerufen wird.

Notopterophorus gibber wird von T. Thorell in seinem »Bidrag till Kännedomen om Krustaceer, som lefta i arter af slägtet Ascidia« (K. Svenska Vetenskap Akademiens Handlingar, III. Bd., Nr. 8, Stockholm 1859) als neue Art beschrieben. Ihm war zunächst nur das weibliche Geschlecht bekannt. Seine Angaben sind zwar nicht frei von Irrtümern, in Hinsicht der Zuverlässigkeit seiner Beobachtungen jedoch mustergiltig. Seine Arbeit ist einer späteren, von dem Entdecker des männlichen Geschlechtes unserer Form, R. Buchholz, erschienenen Publikation (»Zur Kenntnis der innerhalb der Ascidien lebenden parasitischen Crustaceen des Mittelmeeres«, Zeitschr. für wiss. Zool., XIX. Bd., 1869) weit überlegen. Die vielen Ungenauigkeiten, die sich letzterer zuschulden kommen ließ, wurden in einer dritten Behandlung desselben Stoffes durch L. Kerschner (»Über zwei neue Notodelphyiden etc.«, Denkschr. der kais. Akademie der Wissensch. Wien, XLI. Bd., 1879) einer eingehenden Kritik unterzogen. Endlich verweise ich nochmals auf die schon erwähnten Arbeiten von Schimkewitsch und Giesbrecht. Die Ausführungen des letzteren enthalten viel Wichtiges. Die Details der weiblichen Geschlechtsorgane sowie die Vorgänge bei der Eibidung sind erst durch ihn bekannt geworden. Da sich Giesbrecht vornehmlich die Untersuchung der Arten *N. papilio* und *N. elongatus* mit ihren Varietäten zur Aufgabe gemacht hat, so bleiben mir noch einige Ergänzungen für *N. gibber*.

Größe, geschlechtliche Differenzen, Schalendrüse. Wie bei den meisten parasitischen Copepoden unterscheiden sich die Geschlechter außer durch die speziellen Sexualmerkmale noch durch eine merkliche Verschiedenheit in der Größe. Die Angabe von Zahlen mag von untergeordneter Bedeutung sein, gewisse Anhaltspunkte liefert sie dennoch. Während Thorell und Buchholz für die Länge des Weibchens 4 bis 6 *mm* verzeichnen, sagt Kerschner: »Die Länge fand ich nicht über 4 *mm* hinausgehend.« Der Widerspruch in diesen Beobachtungen liegt nach meiner Meinung in dem Außerachtlassen des Altersstufe der untersuchten Objekte. Wahrscheinlich standen Kerschner keine ausgewachsenen Wirtstiere zur Verfügung, denn sonst hätte er konstatieren können, daß die weiblichen *Notopterophorus*

eine Länge von beinahe 7 *mm* erreichen und ihre Breite oder besser Höhe um die Mitte des Brutraumes bis zu 4 *mm* anwächst. Die Männchen dagegen werden höchstens 3 *mm* lang. Die Reife tritt in beiden Geschlechtern allerdings schon viel früher ein. Es muß daher angenommen werden, daß nach erfolgter Begattung die Tiere einer weiteren Größenzunahme fähig sind. Ein anderes Unterscheidungsmerkmal zwischen Männchen und Weibchen, welches von den früher genannten Autoren für die »ungeflügelte« Form des Genus *Notopterophorus* nicht erwähnt wird, findet sich in der Bewehrung des zweiten Gliedes der ersten Antenne. Es besitzt dasselbe beim ♂ drei stumpfe Stacheln, die dem ♀ nicht zukommen (Fig. 5). Auch diese Differenz entsteht, wie ich nachweisen konnte, erst bei geschlechtsreifen Tieren nach Abschluß der formverändernden Häutungen. Jugendstadien lassen erkennen, daß die Stacheln ursprünglich nichts anderes als am Basalteile stark chitinisierte Borsten sind, deren dünn auslaufendes Ende später verloren geht, während die Basis erhalten bleibt. Wer mit dieser Tatsache bekannt ist, wird auch bemerken können, daß jene Stacheln an ihrer Spitze keine Chitinverdickung zeigen, sondern vielmehr in der dünnen Verbindungslinie der beiden verdickten Seiten die Ursache ihres stumpfen Aussehens zu suchen ist (Fig. 5, *st*). Bezüglich der Schalendrüse ist von keinem Autor eine Nachricht zu verzeichnen. Kerschner übergeht diesen Punkt mit der Bemerkung, daß ihm der Bau derselben nicht klar geworden sei. Auf Grund vergeblichen Suchens nach derselben an lebenden Tieren, Präparaten sowie vital gefärbten Objekten glaube ich, daß sie überhaupt nicht vorhanden ist. Allerdings gilt auch hier der Ausspruch, den K. Heider in seiner Monographie über die Gattung *Lernanthropus* (Arbeit des zool. Inst. Wien, II. Bd., p. 43) getan: » . . . denn es muß bemerkt werden, daß jene Teile, in denen dieselbe (die Schalendrüse) zu erwarten wäre (Ursprungsstelle des Kieferfußes des zweiten Paaresund die seitlich davon gelegenen Teile), sehr undurchsichtig und durch darüber gelagerte Chitinteile unzugänglich sind«.

Geschlechtsorgane. Der Bau der männlichen Geschlechtsorgane wurde schon von Buchholz für unsere Art als ein höchst eigentümlicher bezeichnet; auch Kerschner konnte seine Angaben nur bestätigen. Man unterscheidet an Totopräparaten sofort zwei Hauptteile: ein unpaares, keimbereitendes Organ, den Hoden, und paarige, die Geschlechtszellen abführende Samenleiter. Die Keimdrüse liegt als rundlicher bis länglicher Körper im zweiten Thoraxsegment oberhalb des Darmes; in vielen Fällen tritt eine nachträgliche Verschiebung derselben weiter nach vorne oder weiter nach hinten ein, so daß sie dann teilweise noch im ersten oder dritten Brustring angetroffen werden kann. Jedes Vas deferens zerfällt in drei verschieden differenzierte Abschnitte. Der Vorderseite des Hodens schließt sich zunächst der »eigentümlich klumpenförmige« Anfangsteil an (Fig. 4, *vda*). Die Bilder, welche mit Boraxkarmin gefärbte Präparate liefern, berechtigen wohl zu der Annahme, daß es sich um einen die Beistoffe der Geschlechtsprodukte sezernierenden Teil des Vas deferens handelt, zudem auch die Claus'schen »akzessorischen Drüsen« oder andere Anhänge im weiteren Verlaufe vermißt werden. Gegen die Behauptung Kerschner's, daß es sich um eine Bindegewebskapsel handle, scheint mir das Fehlen, der spindelförmigen, mit Ausläufern versehenen Zellen, wie sie jenes Gewebe charakterisieren, und der gleichmäßige Übergang in die das übrige Vas deferens umgebende Zellschichte zu sprechen (Fig. 4, *vdm*). Gleichzeitig kann man beobachten, daß der ursprüngliche, noch im Klumpen gelegene, enge Kanal nach seinem Austritt aus dem Knäuel sich bedeutend verdickt hat. Die vorige Deutung stimmt mit den Zeichnungen A. Gruber's (»Beiträge zur Kenntnis der Generationsorgane der freileb. Copepoden«, Zeitschr. für wiss. Zool., XXXII. Bd., 1879) als auch mit der Darstellung A. Gerstäcker's (in Bronu's Klassen und Ordnungen des Tierreiches, V. Bd., 1. Abt., Crustacceen) überein, wo es p. 668 heißt: ». . . Die Beteiligung der einzelnen Organe an der Produktion dieser Stoffe ist nun von der Art, daß die Spermatozoen zwar in den die Hoden zusammensetzenden Samenzellen gebildet werden, aber erst innerhalb der Ableitungsgänge ihre vollständige Entwicklung in Form und Größe erreichen, daß sich denselben ein aus den Drüsenzellen des oberen Teiles der Vasa deferentia abgesondertes Sekret beimischt und mit ihnen zusammen in den geräumigeren folgenden Abschnitt jener eintritt.« Das Ende des allmählich sich wieder verjüngenden Samenleiters mündet im ersten Abdominalsegment in eine länglich ovale Spermatophorentasche.

Den trefflichen Schilderungen W. Giesbrecht's über die weiblichen Geschlechtsorgane und der Eibildung noch etwas hinzuzufügen, wäre überflüssig, wenn nicht eine Stelle seiner Ausführungen einer Berichtigung bedürfte. p. 335 (letzte Zeile) der mehrfach erwähnten Arbeit heißt es: »Kerschner, der nun den von Buchholz vermißten unpaaren Teil des Ovarialschlauches entdeckte, hielt denselben für das Ovarium, die paarigen Teile für die Ovidukte. In ihrer Allgemenheit für sämtliche Notodelphyiden ist diese Behauptung, wie wir gesehen, nicht richtig, wenn sie auch für einige Genera ohne Zweifel zutrifft. Wie wir sahen, erweist sich das unpaare Querrohr bei *Notopterophorus* vielmehr in jeder Altersstufe der Tiere in jeder Hinsicht den anderen Teilen des Ovarialschlauches gleichartig; nie ist darin etwas von einem »Keimstock« zu entdecken. Der Irrtum Kerschner's ist einer allerdings sehr naheliegenden Verallgemeinerung von einigen auf alle Notodelphyidengenera entsprungen; aber der Fälle, in denen sonst sehr verwandte Tiere sich in irgend einem Punkte stark verschieden zeigten, werden nach und nach so viele, daß Analogieschlüsse immer mehr an Wahrscheinlichkeit einbüßen.« p. 338 die drittletzte Zeile:... »So kann man sich also hier (bei der Gattung *Notopterophorus*) das Keimepithel entstanden denken aus einem kernhaltigen Keimprotoplasma, das von vorne nach hinten zu sich allmählich über die ganze Fläche des Ovarialschlauches hin ausgebreitet und hier sich zu einem zelligen Keimepithel differenziert hat. Diese letztere Annahme wäre natürlich erst durch eine Untersuchung der Ontogenese des Keimepithels zu prüfen; eine Stütze findet sie indessen vielleicht schon darin, daß die Ablösung des Keimepithels nicht absolut gleichzeitig stattfindet, sondern von da ausgeht, wo das hypothetische ursprüngliche Keimlager sich befunden haben muß.«

Dieses hypothetische Keimlager ist nun bei jungen *Notopterophorus-gibber*-Weibchen tatsächlich vorhanden; Giesbrecht's vorhin zitierte Warnung vor naheliegenden Verallgemeinerungen trifft in diesem Falle ihn selbst.

Untersucht man gefärbte Tiere in der Größe von 1·4 bis 1·6 *mm*, so findet man die unpare Querbrücke der beiden Ovarialschläuche stets als ein rund angeschwollenes Organ vor, welches dem Ovarium der übrigen Formen in Gestalt und Lagerung vollkommen gleicht (Fig. 6 *ov*). Da dieses Gebilde bei größeren Tieren, meist schon bei 2 *mm* großen, verschwindet, während die ursprünglich sehr zarten Schenkel der Ovarialschläuche deutlicher geworden sind, so ist die von Giesbrecht gedachte Entstehungsart des Keimepithels der Schläuche durch Ausbreitung eines ursprünglich lokalisierten, kernhaltigen Protoplasmalagers als sicherstehend zu bezeichnen. *Notopterophorus gibber* scheint also nach diesem Verhalten ein vermittelndes Glied zwischen den übrigen *Notopterophorus*-Arten und jenen Notodelphyiden mit persistierendem Ovarium darzustellen.

Nauplius. Unser Parasit gehört zu den wenigen Copepoden, die ihre Eier einzeln ablegen; die schützende Funktion der Eiersäckchen übernimmt hier der Brutraum (Matrikalhöhle), welcher durch eine Hautdupplikatur gebildet wird. Unter eigenartigen Bewegungen, die Giesbrecht mit Recht als »Gebärzuckungen« bezeichnet, werden die Eier in rascher Aufeinanderfolge ins Wasser abgesetzt. Dieselben enthalten in der Regel den fertigen Nauplius; ist dies nicht der Fall, so möchte ich annehmen, daß es sich um abnormale Frühgeburten handelt, hervorgerufen durch die Entfernung des Weibchens aus dem Kiemenkorbe der Ascidie. Nur in vereinzelten Fällen beobachtete ich, daß beim Ausstoßen der Eier aus dem Brutraume auch bereits hüllenlose Nauplien entschlüpften. Knapp vor dem Freiwerden der Larve tritt eine rapide Dehnung der Eihülle ein, die sich dann vom Tier weit abhebt. Dieser Prozeß wird durch ein plötzliches Kollabieren derselben beendet und der Nauplius beginnt unter kräftigen Bewegungen der Gliedmaßen und des Körpers die gesprengte Hülle nach hinten abzustreifen. Zugleich geht seine Körperform von der runden, der Gestalt des Eies entsprechenden, in eine länglich-biskuitförmige über (Fig. 1). Seine Größe ist ziemlich bedeutend: 0·2 *mm*. Am Körper fällt vor allem die lebhaft blaugrüne Färbung des Nahrungsdotters in die Augen, der denselben zum großen Teile ausfüllt und die Untersuchung des Objektes sehr erschwert. Unaufgeklärt wie der Zweck dieser Färbung bleibt auch die Tatsache, daß die Eier vorerst oft rötlich-braun aussehen, während die Nauplien dann stets grün sind. Giesbrecht spricht sich dahin aus, daß eine Bedeutung der Farbe überhaupt nur für die Nauplien in Betracht käme. Der Körper

der Larve zeigt äußerlich keine Segmentierung, wohl aber sind unter der Haut Faltenbildungen wahrzunehmen, welche durch die im Entstehen begriffenen ersten zwei Ruderfußpaare hervorgerufen werden. Ferner verläuft am Rücken und mit ihr korrespondierend auf der Bauchseite je eine Linie, deren seitliche Enden jedoch nicht zusammenstoßen; es dürfte ihnen wahrscheinlich nach der ersten Häutung die Abgrenzung von Kopf und Thorax zukommen. Der Vorderkörperbesitzt die drei gewöhnlichen Naupliusextremitäten, zwei Antennenpaare und die Mandibeln. Sie entspringenventral und schließen in ihrer Mitte eine trapezförmige Oberlippe ein (Fig. 1, *ol*), deren Seitenränder einen chitinverdickten Ausschnitt zeigen, für dessen Zweck mir eine Deutung fehlt. Die ersten Antennen sind einästig, zweigliedrig. Von Borsten kommen auf das proximale Glied eine auf einer Warze sitzende und drei terminale auf das Endglied Die zweiten zweiästigen Antennen (Fig. 1,a_2; Fig. 2) entbehren des basalen Kauhakens, ein Verhalten, welches mit dem Entwicklungszustande des Verdauungskanals in Einklang zu bringen ist. Der Außenast läßt vier Glieder erkennen, der Innenast zwei; ihre langen Borsten sind deutlich gefiedert. Während bei vielen Nauplien parasitischer Copepoden die Mandibeln der vorhergehenden Extremität sehr gleichen, unterscheiden sich die beiden bei dieser Form bedeutend. Dem breit und dick entwickelten Außenast hängt der Innenast tasterartig an (Fig. 1, *md*; Fig. 2). Letzterer erinnert in seiner Gestalt an den rudimentären Ramus eines Schwimmbeines. Wie weit die Differenzierung der unter der Haut angelegten Gliedmaßen gediehen ist, konnte ich des intensiv gefärbten Dotters wegen nicht konstatieren.

Am Körperende sitzen die zwei, wie es scheint, allgemein auftretenden Furcalborsten, die hier gefiedert sind (Fig. 1, *fb*).

Von den inneren Organen der Larve ist ausschließlich das Auge deutlich entwickelt. Es besteht aus den drei typisch gelagerten Augenbechern *(o)*, welche, durch rotes Pigment voneinander getrennt, mit je einer hellen Kugel versehen sind. Außerdem scheint die Wirkung dieser als Linsen fungierenden Gebilde bei dem nach vorne (und unten) zu gerichteten Teilauge durch eine stark lichtbrechende, etwas gewölbte Partie der Körperhaut verstärkt zu werden. Das Vorhandensein einer Antennendrüse konnte ich nicht nachweisen. Als Mitteldarm ist der fast den ganzen Körper einnehmende Nahrungsdotter anzusprechen; von einem Epithel ist nichts zu sehen, vielmehr liegen die Dotterkugeln frei übereinander *(do)*. Erst bei älteren gestreckteren Nauplien entsteht in der Gegend des Körperendes eine schärfere Umgrenzung, welche immer weiter nach vorne fortschreitet. Die Bildung der Darmwand geht wohl in der Weise vor sich, daß die Entodermzellen sich an der Oberfläche sammeln, zu einem Epithel sich ausbreiten und den Nahrungsdotter in ihrer Mitte einschließen. Dieser Vorgang wurde schon von van Beneden (»Recherches sur l'embryogénie des Crustacés. IV. Dévelopment des genres Anchorella, Lernaeopoda, Brachiella et Hessia.« Bull. Ac. Roy. Belgique (2), Tom. 29, 1870) für parasitische Copepoden als wahrscheinlich bezeichnet. An der Stelle des Enddarmes findet sich ein braunes Pigment *(pg)* vor, dessen Deutung als Stoffwechselprodukt bei dem Mangel der sonst verbreiteten »Harnsäckchen« gerechtfertigt wird. Bereits in meiner Arbeit über die Metamorphose von *Mytilicola intestinalis* (Zeitschr. für wiss. Zool., LXXXVIII. Bd., p. 83, 1907) habe ich das Auftreten von symmetrisch gelagerten Fetttropfen zu beiden Seiten des Mitteldarmvorderendes hervorgehoben; dieselbe Erscheinung tritt auch bei dieser Form *(ftr)* sowie beim Nauplius von *Lichomolgus sepicola* auf. Ihre Herkunft vom Nahrungsdotter ist wohl unzweifelhaft; indessen glaube ich nicht, daß sie Zersetzungsprodukte darstellen, sondern eher die erste Anlage eines paarigen Organes, welches später zur Funktion gelangt (Drüsen oder Fettkörper).

II. Der Nauplius von Lichomolgus sepicola Claus.

(Taf. II, Fig. 7.)

Die Familie der Lichomolgiden, deren nähere Verwandtschaft mit den Notodelphyiden öfter genannt wurde (so C. Claus, Arb. d. zoolog. Inst. Wien, VIII. Bd. p. 345), hat im Körperhabitus wenig mit der letzteren gemein; ihre Angehörigen sind cyclopsförmige Tiere, die der Notodelphyiden langgestreckt, harpacticidenähnlich, soweit nicht das weibliche Geschlecht durch die Brutpflege sekundär deformiert

wird. Was die Lebensweise betrifft, so kann man in beiden Familien von einem eigentlichen Parasitieren nicht sprechen. Die Notodelphyiden leben zwar im Innern von Ascidien, stellen aber kaum mehr als harmlose Kommensalen für dieselben dar. Während indessen ihre Beweglichkeit auf ein Minimum herabgesunken ist, führen die Lichomolgiden ein sehr freies Leben, so daß für einige Formen die Wirte gar nicht bekannt sind, vielmehr ihr zeitweiliger Aufenthalt zwischen den Algen der Küstenregion in der Literatur angegeben wird. Auch diejenigen unter ihnen, deren Parasitismus an einem bestimmten Tiere nachgewiesen ist, bewohnen dasselbe äußerlich, so daß es ihnen jederzeit möglich wird, dasselbe zu verlassen. Es dürfte deshalb von Interesse sein, die Larve einer Lochomolgidenart mit jener von *Notopterophorus* zu vergleichen, um zu sehen, ob nicht vielleicht auch in der Entwicklung dieser biologische Unterschied der erwachsenen Tiere zum Ausdruck gelangt.

Der Nauplius von *Lichomolgus sepicola* steht an Größe natürlich dem von *Notopterophorus gibber* weit nach; seine Länge beträgt zirka 0·07 *mm*. Die Gestalt des Körpers erinnert an dasselbe Stadium von *Cyclops*: seitlich etwas geschweift und Länge und Breite fast gleich (Fig. 7). Die ersten Antennen zeigen zunächst keine abweichenden Eigentümlichkeiten; sie sind wie stets einästig und bestehen aus zwei Gliedern. Am aufgetriebenen Basale der zweiästigen Hinterantennen entspringt ein großer, unter die Oberlippe ragender Kauhaken *(K)*; der Besitz desselben weist darauf hin, daß diese Gliedmaße nicht nur zum Schwimmen dient, sondern auch zum Ernährungsgeschäft herangezogen wird. Damit ist der erste Gegensatz zur vorhin besprochenen Form gegeben. Verschieden ist auch die Mandibel gebaut; ihr Innenast ist mächtig entwickelt und mit lobenartigen Auswüchsen versehen, der Außenast von normaler Gestalt Fig. 7, *md*); gerade das entgegengesetzte Verhalten zeigt, wie früher beschrieben, *Notopterophorus*. Die Furcalborsten sitzen auf einer stark hervortretenden gebogenen Körpererhebung *(f)*, unter welcher ein chitinöser Kreis den Enddarm bezeichnet *(ed)*. Die langgestreckte Oberlippe überdeckt einen muskulösen Mund *(mu)*. Schon die geschilderte Organisation läßt es keinem Zweifel unterliegen, daß der Nauplius von *Lichomolgus* sich selbständig zu ernähren imstande ist. Noch viel mehr fällt der Mangel des reichen Dottermateriales auf, wie ihn das korrespondierende Stadium von *Notopterophorus gibber* aufzuweisen hat. Das Mitteldarmsäckchen ist bereits gebildet *(m)*. Auf die Anwesenheit der Ölkugeln außerhalb desselben habe ich vorhin schon hingewiesen.

III. Pseudolichomolgus pectinis n. g. n. sp.

(Taf. II, Fig. 8 bis 10 und Taf. III, Fig. 11—16.)

Gelegentlich eines der Fischzüge in die Bucht von Barcola, wie sie von der k. k. zoologischen Station öfter unternommen werden, bemerkte ich bei der Sektion von *Pecten glaber* einen cyclopsartigen Copepoden, der sich am Integument der Muschel in wenigen Exemplaren (4 bis 5), aber regelmäßig wiederfand. Nachdem es sich um eine neue Form handelt, soll dieselbe im folgenden kurz beschrieben werden. Genauere Angaben kann ich einstweilen nur über die äußere Organisation geben; das Studium der Anatomie und Entwicklungsgeschichte muß ich auf später verschieben. Was das Vorkommen betrifft, so sitzen die Tiere mit Vorliebe am Schließmuskel und besonders oft in der Gegend des Herzens. An den Kiemen fand sich unter ungefähr 20 untersuchten Muscheln ein vereinzeltes Exemplar.

Sämtliche Tiere waren Weibchen; das Männchen blieb mir unbekannt.

Größe, äußere Körperform, Farbe. Die Länge des Körpers inklusive der Furca mißt 1·4 *mm*, die größte Breite desselben 0·6 *mm*. In der Gestalt gleicht *Pseudolichomolgus* einem vergrößerten *Cyclops* mit stark verbreitertem Kopfbrustteil (Fig. 8). Erst das dritte Thoraxsegment ist deutlicher abgesetzt und springt zu beiden Seiten des Körpers vor. Das fünfte Brustsegment sellt einen kleinen, das rudimentäre Fußpaar tragenden Ring dar, der bereits dem Hinterrumpfe angehört. Das Abdomen ist ebenfalls vollzählig gegliedert. Sein erstes Segment hat die Abgrenzung gegen das folgende (Genitalsegment) deutlich nur dorsal erhalten; es präsentiert sich in der Ventralansicht ein Doppelsegment, dessen ursprüngliche Zusammensetzung aber durch schwache Linien im Chitin noch zu erkennen ist. Die Genitalklappen *(gk)* wölben das

Segment beiderseits stark vor. An die zwei nächsten, ungefähr gleich großen Abdominalsegmente schließt sich ein etwas längeres Analsegment (fünftes) an, welches in zwei gestreckte Furcalplatten ausgeht *(f)*. Ihre Länge ist etwa fünfmal so groß wie die Breite. Von den sechs vorhandenen Borsten inserieren sich vier distal; der Außenrand jeder Furcalplatte trägt an einem Absatz eine kurze Seitenborste und endlich sitzt nahe dem Ende des Innenrandes noch eine sehr kleine dorsale Borste. Die Tiere sind durch eine opake, weißgelbliche Farbe, welche dem schildförmigen Teil des Körpers eigen ist, der Umgebung (Schließmuskel und Mantelrand von *Pecten*) angepaßt.

Gliedmaßen. Der starken Chitinisierung aller äußeren Organe stehen die schwachen, weichhäutigen ersten Antennen gegenüber (Fig. 9, a_1), von deren Segmenten nur das Basalglied durch einen Ring gefestigt wird. Die Zahl der Glieder beträgt im ganzen 7. Davon ist das zweite sehr lang. Die Verteilung der Borsten ergibt folgende Zusammenstellung: 1. Glied vier, 2. Glied zwölf, 3. Glied sechs, 4. Glied drei (mit Spürschlauch), 5. Glied fünf, 6. Glied drei, Endglied sieben. An den ersten zwei Gliedern erscheinen die Borsten zu je 4 zweizeilig angeordnet (Fig. 9, *b*). Die zweiten Antennen haben die Form viergliederige Klammerorgane *(a_2)*, deren Basale von einem komplizierten Leistengerüst aus Chitin gehalten wird. Ihr zweites Glied ist das längste, an der Außenseite mit einem Gelenksvorsprung endend *(g)* (Hemmungsvorrichtung!). Das kurze folgende Glied bildet für das die Klaue tragende Endglied den Sitz des Gelenkes; es trägt zwei rudimentäre Borsten, wie das letzte. *(b)*. Der Klammerhaken desselben biegt vorne fast rechtwinkelig ab.

Die beiden Antennenpaare werden durch ein mächtiges Rostrum voneinander getrennt (Fig. 9, *r*); dieses bildet vorne eine trapezförmige Platte, welche nach hinten in einen spitzen, langausgezogenen Konus übergeht.

Große Schwierigkeiten stellen sich einer richtigen Beobachtung der Mundwerkzeuge entgegen. Unter den Seitenrändern der Oberlippe (Fig. 10, *ol*), welche an der Verbindungslinie der Basalia der Klammerantennen ihren Ursprung nimmt, liegen zwei, durch innere Chitinstäbe in komplizierter Weise gestützte plattenförmige Glieder, die in ihrem Verlaufe nach vorne und aufwärts die Gestalt von gebogenen Lanzetten annehmen und hier an den einander zugekehrten Innenrändern mit einer gerillten Leiste versehen sind (Fig. 10, *l*). Die Lanzetten enden vorne in einen fadenförmigen Fortsatz. Der Vergleich mit den Mundwerkzeugen verwandter Copepoden bestimmt sie als Mandibeln. Ihrem plattenförmigen Anfangsteil entspringt ein nach hinten gerichteter Anhang, auf dessen Spitze sich drei rudimentäre Borsten befinden *(mx)*; es ist die Maxille. Darauf folgen den Mandibeln ähnlich gestaltete erste Maxillipeden, bestehend aus einem ovalen Basale und einem kegelförmigen Endglied, auf dessen Innenrand eine lange, einseitig befiederte Borste sitzt *(mx_1 b)*. Das distale Ende des Kegels dürfte aus unvollständig verschmolzenen Borsten zusammengesetzt sein *(b)*. Am leichtesten sind die zweiten Maxillipeden zu erkennen; sie stellen dreigliedrige, ziemlich schmale, mit einem geraden Endhaken bewehrte Gliedmaßen dar, welche sich schräg nach aufwärts gegen die Mundöffnung hin richten *(mx_2)*.

Die vier Thoraxbeinpaare sind als vollwertige Ruderfüße entwickelt und stimmen im Bau, von geringen Abweichungen in der Bewehrung abgesehen, miteinander überein. Jedes derselben besitzt einen zweigliederigen Basalteil, dem ein dreigliederiger Innen- und Außenast anhängt. Die Unterschiede in der Borsten-, beziehungsweise Dornenzahl seien hier (unter Hinweis auf Fig. 11 bis 14) tabellarisch ersichtlich:

	Außenast:	Innenast:
Thoraxb. 1	1. Glied: 1 Stach., — Borst.	1. Glied: 1 Stach., 1 Borst.
	2. „ : 1 „ 1 „	2. „ : 1 „ 1 „
	3. „ : 4 „ 4 „	3. „ : 1 „ 5 „
Thoraxb. 2	1. Glied: 1 Stach., — Borst.	1. Glied: 1 Stach., 1 Borst.
	2. „ : 1 „ 1 „	2. „ : 1 „ 2 „
	3. „ : 4 „ 5 „	3. „ : 3 „ 3 „

Thoraxb. 3	1. Glied: 1 Stach., — Borst.	1. Glied: 1 Stach., 1 Borst.
	2. „ : 1 „ 1 „	2. „ : 1 „ 2 „
	3. „ : 4 „ 5 „	3. „ : 3 „ 2 „
Thoraxb. 4	1. Glied: 1 Stach., — Borst.	1. Glied: 1 Stach., 1 Borst.
	2. „ : 1 „ 1 „	2. „ : 1 „ 1 „
	3. „ : 3 „ 5 „	3. „ : 2 „ — „

Das rudimentäre fünfte Thoraxbein (Fig. 15) steht als ein schmales Glied vom zugehörigen Segment seitlich ab und trägt eine äußere Borste und einen inneren Dorn.

Die breiten Säume an den Stacheln der Ruderfußäste, welche für viele freilebenden Copepoden charakteristisch sind, sprechen als ein weiteres Merkmal dafür, daß die Tiere von ihrem Schwimmvermögen häufig Gebrauch machen.

Systematische Stellung. Die beschriebene Körpergliederung und der Bau der Gliedmaßen ergeben, daß unsere Form der Familie der Lichomolgiden angehört. Dieselbe ist von C. Claus (»Über neue oder wenig bekannte halbparasit. Copepoden etc.«, Arb. d. zool. Inst. Wien, VIII. Bd., 1889 p. 345) folgendermaßen gekennzeichnet worden: »Körper cyclopsähnlich mit aufgetriebenen Kopf- und Brustsegmenten und mehr oder minder gestrecktem, vollzählig gegliedertem Abdomen. Vordere Antennen von mäßiger Länge, meist siebengliedrig, in beiden Geschlechtern nur durch die Zahl der Riechschläuche verschieden, ohne Genikulation im männlichen Geschlechte. Die hinteren Antennen viergliederig, ohne Nebenast, mit kurzem dritten Gliede und terminalen Klammerhaken. Die Mundwerkzeuge sind ausgezeichnet durch das Vorhandensein einer großen, in zwei Lappen geteilten, die Kiefer bedeckenden Oberlippe, durch tasterartige Maxillen und sichelförmige, mit scharfem Rande schneidende Mandibeln, hinter welchem das meist sichelförmig gebogene, gezähnte oder gesägte Endstück der vorderen Kieferfüße unmittelbar folgt. Die hinteren Maxillarfüße dreigliedrig, im männlichen Geschlechte mit mächtigen Greifhaken. Die Beinpaare der Brust sind zweiästige Ruderfüße, deren Äste bis auf den verschieden gestalteten Innenast des vierten Paares aus drei Gliedern bestehen. Das fünfte Beinpaar auf einen zweigliedrigen Fußanhang reduziert, der wie bei *Cyclops* im weiblichen Geschlechte dem Eiersäckchen anliegt.« Die Gattungen, welche innerhalb der Familie aufgestellt wurden, unterscheiden sich vornehmlich durch die Form des Rostrums, die Zahl der Klammerhaken am Endgliede der Greifantennen und durch die Gestaltung des Innenastes des vierten Thoraxbeines. *Pseudolichomolgus* wird gegenüber den von C. Claus charakterisierten Gattungen (*Lichomolgus, Sabelliphilus, Anthessius, Paranthessius, Pseudanthessius*) und den von R. Kossmann beschriebenen (*Stellicola, Lecanurius, Boholia, Lichomolgidium*), wie folgt, zu kennzeichnen sein:

Körper vollzählig gegliedert; Kopf mit dem ersten Thoraxsegment verschmolzen. Rostrum an der Stirne breit, nach hinten in einen spitzen Konus auslaufend. Vorderantennen siebengliederig. Greifantennen viergliederig, Endglied mit einem einzigen Klammerhaken. Mandibeln lanzettförmig, mit gerilltem Innenrand und fadenförmiger Endborste. Maxillen tasterartig, mit drei Borsten. Erste Maxillarfüße zweigliederig, mit einseitig befiederter Innenrandborste. Zweite Maxillarfüße dreigliederig, beim ♀ mit schwacher gerader Endklaue. Innenast des vierten Thoraxbeines dreigliederig. Furca schmal und gestreckt.

Triest-Wien, Mai-Juni 1908.

Literaturverzeichnis.

1886. Aurivillius C. W. S. »Bemerkungen zu einem Aufsatze: Descrizione di un nuovo *Lichomolgus* etc.« Zool. Anz., IX. Bd., p. 77.

1878 bis 1880. Brady St. »A Monograph of the free and semiparasitic Copepoda of the British Islands.« V. 1 and V. 3, London 1878/80.

1869. Buchholz R. »Zur Kenntnis der innerhalb der Ascidien lebenden parasitischen Crustaceen des Mittelmeeres«. Zeitschr. für wiss. Zool., XIX. Bd.

1860. Claus C. »Beiträge zur Kenntnis der Entomostraken.« Marburg.

1860. Claus C. »Über den Bau von *Notodelphys ascidicola* Allm.« Würzburger naturw. Zeitschr., I. Bd.

1864. Claus C. »Beiträge zur Kenntnis der Schmarotzerkrebse.« Zeitschr. für wiss. Zool., XIV. Bd.

1875. Claus C. »Neue Beiträge zur Kenntnis parasitischer Copepoden nebst Bemerkungen etc.« Zeitschr. für wiss. Zool., XXV. Bd.

1875. Claus C. »Über *Sabelliphilus Sarsii* und das Männchen desselben.« Zeitschr. für wiss. Zool., XXVI. Bd.

1889. Claus C. »Über neue oder wenig bekannte halbparasitische Copepoden, insbes. etc.« Arbeit des zool. Inst. Wien, VIII. Bd., p. 327.

1882. Giesbrecht W. »Beiträge zur Kenntnis einiger Notodelphyiden.« Mitteil. der zool. Station Neapel, III. Bd., p. 293.

1866 bis 1879. Gerstäcker A. »Arthropoden« in: Bronn's Klassen und Ordnungen des Tierr., V. Bd., 1. Abt., Crustaceen (1. Hälfte).

1902. Graeffe. »Übersicht der Fauna des Golfes von Triest. V. Crustaceen«. Arbeit des zool. Inst. Wien, XIII. Bd.

1879. Gruber A. »Beiträge zur Kenntnis der Generationsorgane der freilebenden Copepoden.« Zeitschr. für wiss. Zool., XXXII. Bd., p. 407.

1879. Heider C. »Die Gattung *Lernanthropus.*« Arbeit zool. Inst. Wien, II. Bd.

1902 bis 1903. Korschelt und Heider. »Lehrbuch der vergleichenden Entwicklungsgeschichte der wirbellosen Tiere.« Jena. Fischer.

1879. Kerschner L. »Über zwei neue Notodelphyiden etc.« Denkschr. der kais. Akademie der Wissensch. Wien, XLI. Bd.

1887. Koßmann R. »Zoologische Ergebnisse einer ... Reise in die Küstengebiete des Roten Meeres. IV. Entomostraken.« Leipzig.

1885. Raffaele F. e Monticelli F. S. »Descrizione di un unovo *Lichomolgus* etc.« Mem. R. Accad. Linc. (4), V. 1.

1896. Schimkewitsch Wl. »Studien über parasitische Copepoden.« Zeitschr. für wiss. Zool., LXI. Bd., p. 339.

1899. Schimkewitsch Wl. »Einige Worte über die Entwicklung parasitischer Copepoden.« Zool. Anz., XXII. Bd., Nr. 581.

1859. Thorell T. »Bidrag till Kämedomen om Krustaceer, som lefta i arter of slägtet Ascidia.« K. Svenska Vetenskap Akademiens Handlingar. III. Bd., Nr. 8, Stockholm.

1860. Thorell T. »Beitrag zur Kenntnis der Crustaceen, welche in Ascidien leben.« Zeitschr. für gesamte Naturwiss., XV. Bd., p. 136.

1881. Valle A. della »Sui coriceidi parasiti e sull' anatomia del gen. *Lichomolgus.*« Mitteil. der zool. Station Neapel, I. Bd.

1877. Wierzeijsky. »Über Schmarotzerkrebse von Cephalopoden.« Zeitschr. für wiss. Zool., XXIX. Bd.

1899. Pedaschenko D. »Die Embryonalentwicklung und Metamorphose von *Lernaea branchialis.*« Russisch mit deutschem Resumee. Trav. Soc. Imp. Natur. St. Petersburg, V. 24, L. 4.

1907. Pesta O. »Die Metamorphose von *Mytilicola intestinalis* Steuer.« Zeitschr. für wiss. Zool., LXXXVIII. Bd.

Tafel I.

Tafel I.

Fig. 1. Nauplius von *Notopterophorus gibber* (Ventralansicht). $^{300}/_{1}$. a_1 erste Antenne, a_2 zweite Antenne, *md* Mandibel, *pg* Pigment, *fb* Furcalborsten, *do* Dotter, *ftr* Fetttropfen, *ol* Oberlippe, *o* Auge.

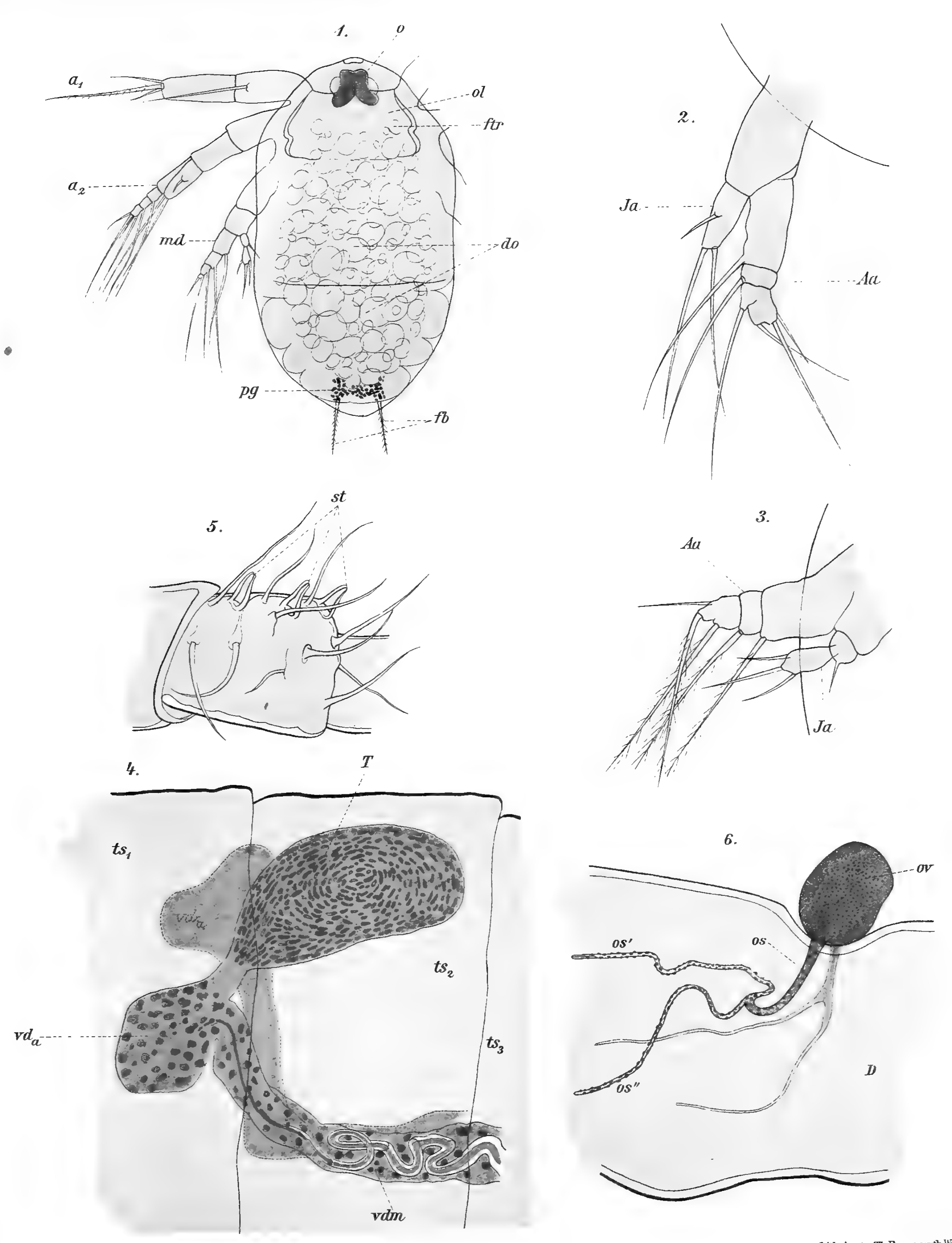
„ 2. Zweite Antenne desselben. $^{700}/_{1}$. *Aa* Außenast, *Ia* Innenast.

„ 3. Mandibel desselben. $^{700}/_{1}$. *Aa* Außenast, *Ia* Innenast.

„ 4. Gonade eines 1·6 *mm* großen *Notopterophorus gibber* ♂. *T* Hoden, *vda* Anfangsteil, *vdm* Mittelteil des Vas deferens, ts_1—ts_3 erstes bis drittes Thoraxsegment.

„ 5. Zweites Glied der ♂ Vorderantenne von *Notopterophorus gibber*. $^{450}/_{1}$. *st* Stacheln.

„ 6. Gonade eines 1·5 *mm* großen ♀ von *N. gibber*. *ov* Ovarium. *os* unpaarer, *os'* dorsaler Schenkel, *os''* ventraler Schenkel des Ovarialschlauches, *D* Darmkanal.



Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.

Tafel II.

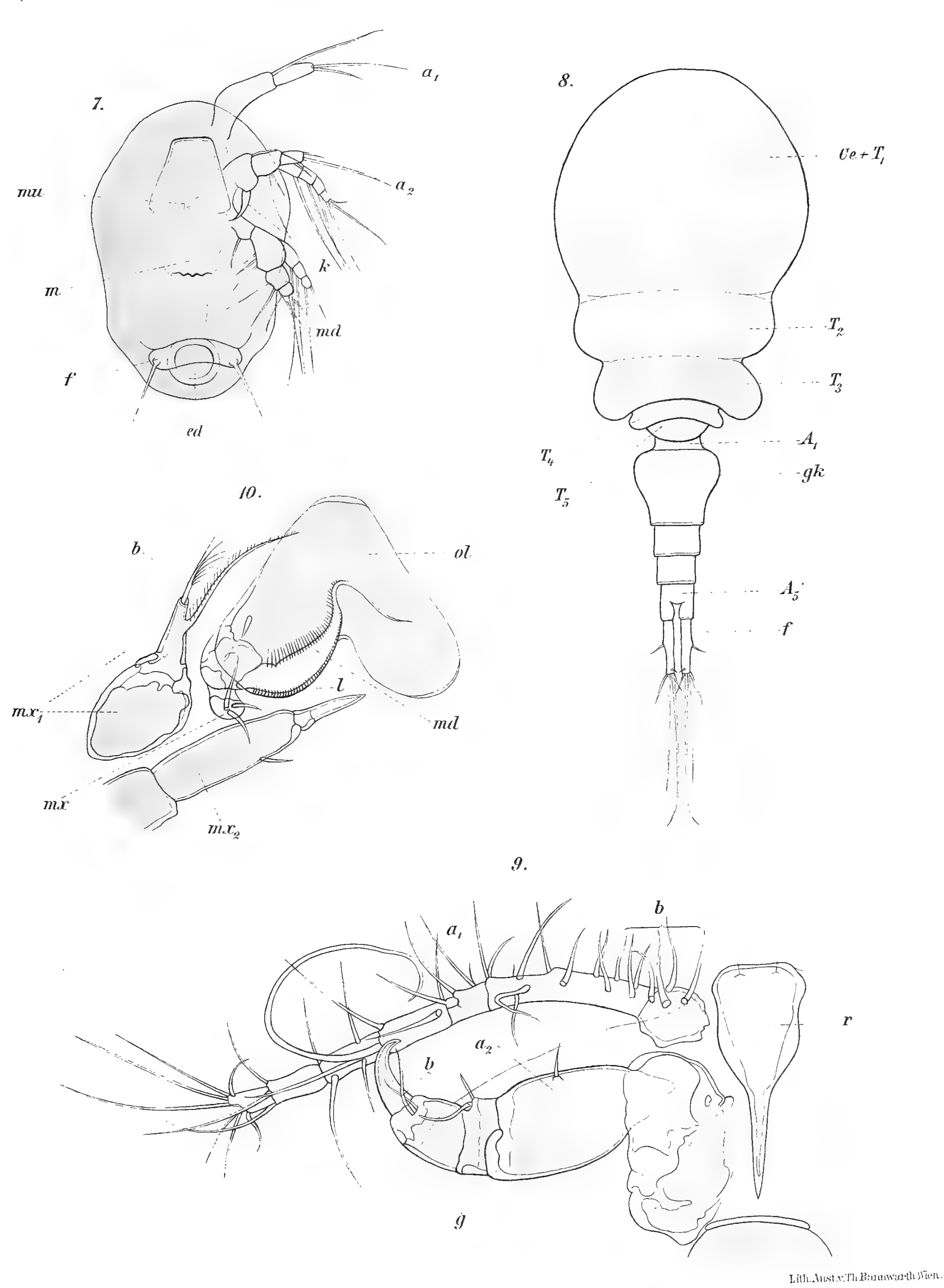
Tafel II.

Fig. 7. Nauplius von *Lichomolgus sepicola* (Ventralansicht). $^{700}/_1$. a_1 erste Antenne, a_2 zweite Antenne, *md* Mandibel, *k* Kauhaken derselben, *mu* Mund, *m* Mitteldarmsäckchen, *f* Furcalerhebung, *ed* Enddarm.

„ 8. *Pseudolichomolgus pectinis* ♀ n. g. n. sp. $^{70}/_1$. *Ce* Kopf, T_1—T_5 Thoraxsegmente, A_1—A_5 Abdominalsegmente, *gk* Genitalklappen (s. Fig. 16), *f* Furca.

„ 9. Die Antennenpaare desselben (Ventralansicht). $^{300}/_1$. a_1 erste Antenne, a_2 zweite Antenne. *b* Borsten, *g* Gelenksvorsprung, *r* Rostrum.

„ 10. Mundwerkzeuge desselben (Ventralansicht). $^{300}/_1$. *ol* Oberlippe, *md* Mandibel mit gerillter Leiste (*l*), *mx* Maxille, mx_1 1. Maxilliped mit Borsten (*b*), mx_2 2. Maxilliped.



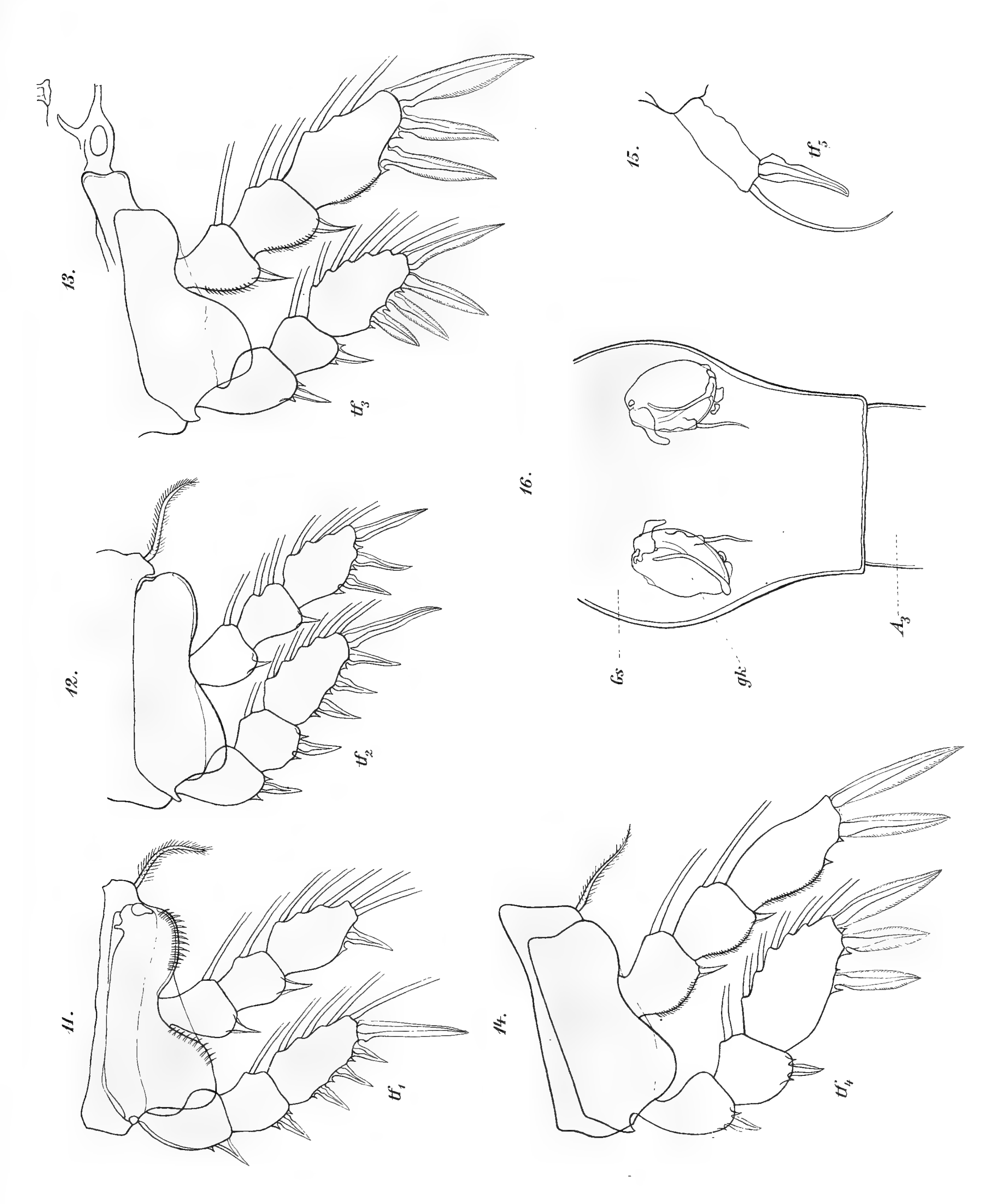
Lith. Anst. v. Th. Bannwarth Wien.

Tafel III.

Tafel III.

Fig. 11 bis Fig. 15. Erstes bis fünftes Thoraxbein der linken Körperseite desselben. $^{300}/_{1}$. tf_1—tf_5.

„ 16. Abdominalsegment desselben (Ventralansicht). *gk* Genitalklappen, *Gs* Genitalsegment, A_3 drittes Abdominalsegment.



Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.

ZUSAMMENSTELLUNG

DER

IRREDUZIBLEN COMPLEXEN ZAHLENSYSTEME IN SECHS EINHEITEN

VON

DR. GUIDO VOGHERA.

Mit 1 Textfigur.

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 19. JUNI 1908.

Für die Entwicklung der Theorie der komplexen Zahlensysteme verweise ich auf den diesbezüglichen Enzyklopädieartikel von Study (I, 1, *A*, 4) und auf die darin zitierte Literatur.

Nachdem es Herrn Study gelungen war, zu beweisen, daß jedem Zahlensystem mit assoziativer Multiplikation und mit einem Modul ein Paar reziproker, einfach transitiver Gruppen entspricht und umgekehrt, hat man in Deutschland immer weiter die Zahlensysteme von diesem Standpunkte aus betrachtet und es entstand daraus die Einteilung der Systeme in Quaternionsysteme und Nichtquaternionsysteme, je nachdem die Gruppe nicht integrabel oder integrabel ist, und für diese letzten die Aufstellung der Scheffers'schen Normalform (Scheffers, Math. Ann., Bd. 39, 1891), in welcher die Einheiten in zwei Kategorien geteilt werden: die idempotenten Einheiten die zum Quadrat erhoben, sich selbst ergeben, mit den anderen Einheiten multipliziert, sie unverändert lassen oder Null geben, und die nullpotenten Einheiten die sich immer so ordnen lassen, daß in den Produkten einer Einheit immer nur vorangehende Einheiten vorkommen. Die Benennung für diese Einheit rührt von den amerikanischen Mathematikern her, ich habe sie aber wegen ihrer großen Bequemlichkeit wörtlich ins Deutsche übertragen. Scheffers hat auch andere Sätze über Quaternionsysteme bewiesen, die aber nicht einwandfrei waren und erst später vervollständigt worden sind. Interessant ist für uns das Resultat, daß keine irreduziblen Quaternionsysteme in 5 und in 6 Einheiten existieren. Auf Grund seiner Sätze hat Scheffers die vollständige Tabelle der Systeme in 5 Einheiten gegeben. Im 21. Kapitel seines Buches »Vorlesungen über kontinuierliche Gruppen« Leipzig 1893, gibt er eine Zusammenstellung seiner Resultate.

Nach derselben Richtung hat Molien (Math. Ann., 41. Bd., 1893) interessante Schlüsse gezogen indem er sich besonders der Killing'schen Sätze der Theorie der Transformationsgruppen bediente. Erst

ihm gelingt es, eine klare Auffassung des Aufbaues der Systeme zu gewinnen und einige sehr wichtige Sätze elegant und allgemein mittels der Gruppentheorie zu beweisen.

Nach ganz anderer Richtung haben die amerikanischen Mathematiker die Theorie entwickelt: aus der Definition der Systeme leiten sie direkt ihre Eigenschaften ab und es soll Peirce schon im Jahre 1871 die idempotenten Einheiten gekannt haben. Herr Hawkes hat die früheren Ergebnisse zusammengefaßt und vervollständigt und sie mit den Resultaten der anderen Mathematiker in Verbindung gesetzt (Transactions of the American Mathematical Society, Bd. III, 1902; Math. Ann., Bd. 58 und 60; American Journal of Mathematics, Bd. 24). In der zweiten und vierten dieser Abhandlungen stellt er die Systeme mit 6 und 7 Einheiten zusammen. Wir werden aber im folgenden sehen, daß gegen seine Methode und gegen einige seiner Theoreme einige Bedenken bestehen, und es sind in der Tat, — wie ich Herrn Hawkes in einem Brief mitgeteilt habe — zwei seiner Tabellen in 6 Einheiten überflüssig.

In zwei Abhandlungen (Am. J., Bd. 21. und 23.) hat Herr Starkweather eine Methode zur Auffindung aller Systeme mit einer idempotenten Einheit aufgestellt, die eigentlich nur eine Erweiterung einer schon von Scheffers angedeuteten Methode ist. Es erfordert aber schon der relativ einfache Fall, den er behandelt, der Systeme von Grad 4, eine so ungeheuere Gewandtheit im Rechnen, und eine so große Anzahl allgemeiner Äquivalenzversuche, daß sie für den Fall des Grades 3, wo in einigen Systemen 6 allgemeine Parameter vorkommen, während bei den anderen nur einer sich befindet, nicht anwendbar ist. Um diesen Fall erledigen zu können habe ich eine Reihe neuer Sätze aufstellen, und jeden Unterfall nach neuen Gesichtspunkten betrachten müssen; zugleich habe ich mit Anwendung meiner Methode die Scheffers'schen und die Starkweather'schen Systeme mit ziemlicher Leichtigkeit erhalten. Zuletzt habe ich die vollständige Tafel aller Systeme in 6 Einheiten aufgestellt, indem ich jede Gleichheit eines Systems mit einem anderen derselben Form oder mit den Reziproken angemerkt habe; dabei wurden die Hawkes'schen Systeme verbessert und mit Angabe der charakteristischen Gleichung versehen.

---

§ 1. Einige Sätze über Nichtquaternionsysteme.

Betrachten wir ein Nichtquaternionsystem in $n+1$ Einheiten mit einer idempotenten Einheit, und streichen wir die letzte, das heißt die idempotente Einheit, so bekommen wir ein sogenanntes nullpotentes System in n Einheiten, weil von jeder Zahl des Systemes jede $n+1^{\text{te}}$ und folgende Potenz gewiß gleich Null ist. Dieses System ist assoziativ, hat aber natürlich keinen Modul, weil jede Zahl Teiler der Null ist. Umgekehrt läßt sich ein solches System durch Adjunktion einer idempotenten Einheit zu einem Nichtquaternionsystem vervollständigen.

Eine Eigenschaft, die einigen Zahlen eines Zahlensystems zukommt, gleichgültig in welchen Einheiten das System geschrieben ist, nennen wir eine charakteristische Eigenschaft dieser Zahlen; eine Eigenschaft, die dem System selbst zugehört bei jeder Wahl der Einheiten, die also für alle äquivalenten Systeme besteht, heißt eine Charakteristik des Systems.

Üben wir auf m lineare Formen vom Rang r eine lineare Transformation aus, so bleibt der Rang r erhalten. Wir können also sagen:

SATZ I. *Die Anzahl der Zahlen eines Systems die linear unabhängig sind und eine charakteristische Eigenschaft besitzen, ist eine Charakteristik des Systems.*

So ist zum Beispiel eine Charakteristik die Anzahl der unabhängigen Zahlen, die idempotent sind; für nullpotente Systeme die Anzahl der unabhängigen Zahlen, die zu allen anderen Zahlen des Systems nullfaktorial sind, das heißt 0 zum Produkt geben; für alle Systeme die Anzahl unabhängiger Zahlen, die mit allen anderen multipliziert lineare Formen von einigen gut fixierten Zahlen des Systems geben; usw.

Eine Eigenschaft soll additiv heißen, wenn sie sich für die Summe reproduziert, falls sie für die einzelnen Summanden besteht, wenn also das vollständige lineare System der betrachteten Zahlen wieder dieselbe Eigenschaft hat.

SATZ II. *Wählen wir in einem System die größte Anzahl* (r) *unabhängiger Zahlen, die eine bestimmte charakteristische Eigenschaft besitzen, als Einheit, so ist jede Zahl des Systems, die diese charakteristische Eigenschaft hat, eine lineare Form von nur diesen Einheiten und, falls die Eigenschaft auch additiv ist, so bilden die Zahlen mit dieser Eigenschaft das vollständige lineare Formensystem der betrachteten Einheiten.*

Der Satz ist an sich klar, denn, wenn noch eine Zahl existierte, die sich durch die erwähnten Einheiten nicht darstellen ließe, so würde der Rang $r+1$ und nicht r sein. Daraus folgt ohne weiteres:

SATZ III. *Sind in zwei äquivalenten Systemen die unabhängigen Zahlen mit einer charakteristischen Eigenschaft (wie in* SATZ II*) als Einheit gewählt, so kann in den Überführungstransformationen eine Einheit des ersten Systems nur aus den Einheiten des zweiten Systems bestehen, die dieselbe charakteristische Eigenschaft besitzen, und umgekehrt. Diese Einheiten können sich also nur untereinander transformieren.*

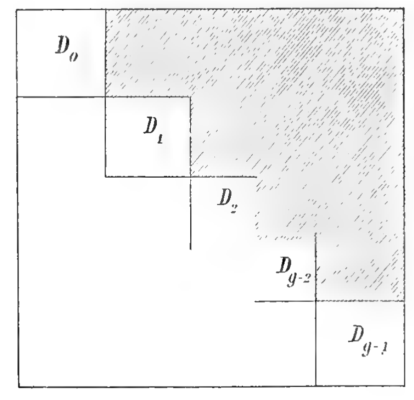
Beispiele für charakteristische additive Eigenschaften sind: das Nullfaktorialsein in bezug auf alle oder auf einige gut fixierte Zahlen des Systems (auch nur links oder nur rechts); die Kommutativität, die Alternativität $(ax=-xa)$; die Eigenschaft, daß $ax=\alpha xa$ (α konstant) in bezug auf alle oder nur einige fixierte Zahlen; die Eigenschaft, daß sich alle Produkte einer Zahl als lineare Formen von einigen fixierten Zahlen darstellen lassen usf. Idempotente Zahlen sind charakteristisch, aber nicht additiv. So ist auch charakteristisch die Verteilung der Einheiten in Gruppen von Peirce und Hawkes (vergl. zum Beispiel Hawkes, Trans. of the Am. Math. Soc., Bd. II, 1902), wovon später die Rede sein wird.

Diese so selbstverständlichen Sätze erlauben mir eine Einteilung der nullpotenten Systeme vorzunehmen, die sich für die Aufstellung sehr nützlich erweisen wird, und führen zu einer Normalform, aus welcher der Aufbau der Systeme klarer hervortritt. Es ist nicht ausgeschlossen, daß man durch eine ähnliche Methode auch die allgemeinen Systeme behandeln und so aus rein sozusagen systementheoretischer Methode — ohne Anwendung der Gruppentheorie — zu einer Normalform gelangen könnte die die Scheffers-Molien-Hawkes'sche als Spezialfall enthielte (vgl. Hawkes, Math. Ann., 60. Bd., 1905, und Molien, ebenda Bd. 41, 1891). Die Systementheorie wäre dann als selbstständiger Zweig der Mathematik begründet und man würde manche Sätze, die sich in den Zahlensystemen leicht beweisen lassen, in die Theorie der Gruppen von Transformationen übertragen können und den umgekehrten Weg, als den bis jetzt eingeschlagenen, befolgen.

In jedem nullpotenten System existiert wenigstens eine mit allen anderen Zahlen nullfaktoriale Zahl. Nehmen wir die größte mögliche Anzahl unabhängiger solcher Zahlen als erste Einheiten und bezeichnen wir die Gesamtheit dieser Einheiten durch g_0 oder G_0. Nun nehmen wir eine größte Anzahl unabhängiger Zahlen, die in ihren Produkten nur die Einheiten von G_0 enthalten, als neue Einheiten. Diese mögen in ihrer Gesamtheit mit g_1 bezeichnet werden, g_0 und g_1 zusammen mit G_1. Weiter nehmen wir als neue Einheiten die unabhängigen Zahlen, die in ihren Produkten nur die Einheiten von G_1 enthalten, und nennen sie g_2, alle bis jetzt genommenen Einheiten mögen G_2 bilden. Und so fahren wir fort, bis wir alle Einheiten erschöpft haben, und das muß nach dem Scheffers'schen Beweise für Nichtquaternionsysteme einmal zutreffen. Eine Zahl aug g_k oder aus G_k heißt eine lineare Form der Einheiten von g_k oder G_k allein. Die letzte Gruppe sei G_{g-1}.

Die Eigenschaft einer Zahl, zur Gruppe G_0 zu gehören, ist charakteristisch und additiv. Haben wir also zwei äquivalente Systeme nach obiger Weise geordnet, so können sich die Einheiten der beiden ersten Gruppen nur untereinander transformieren. Es ist folglich die Eigenschaft zu G_1 zu gehören charakteristisch und additiv — die obige Anordnung des Systems vorausgesetzt, denn sonst hätten diese Bezeichnungen keinen Sinn. Es transformieren sich die Einheiten von G_1 auch nur untereinander. Nun gehören die Einheiten von g_1 zu G_1 und nicht zu G_0, folglich, da beide Eigenschaften charakteristisch und additiv sind, ist die Eigenschaft, in g_1 vorzukommen, charakteristisch, braucht aber nicht additiv zu sein. Und so schließen wir weiter fort für alle anderen Gruppen. Die Anzahl der in den Gruppen vorkommenden Zahlen sind Charakteristika des Systems. Bilden wir also die Determinante der Transformation zweier so geordneter äquivalenter Systeme ineinander, so schaut sie folgendermaßen aus:

Fig. 1.



wo D_k die Determinante der Koeffizienten der Einheiten von g_k in den Einheiten von $\bar{g}_k$ des zweiten Systems bedeutet und die gestrichene Fläche mit lauten 0 besetzt ist. Da die ganze Determinante in das Produkt dieser Unterdeterminanten D_k zerfällt, kann keine dieser D verschwinden.

Man kann diese Normalform des Systems noch weiter spezialisieren: Betrachtet man in den Produkten der Zahlen von G_k mit irgendeiner Zahl des Systems nur den Teil, der Einheiten aus g_{k-1} enthält, so ist es möglich, daß der Rang der so erhaltenen linearen Formen der Einheiten von g_{k-1} kleiner

ist als die Anzahl der Einheiten der Gruppe; man braucht zur Ermittlung dieses Ranges offenbar nur die Produkte einer beliebigen Einheit mit einer Einheit aus g_k zu betrachten. Wir können nun als erste Einheit von g_{k-1} die unabhängigen Zahlen wählen, die in den Produkten der Einheiten von g_k vorkommen, und sie kurz die vorkommenden Einheiten von g_{k-1} nennen. Die Eigenschaft für eine Einheit aus g_{k-1} in den Produkten von g_k — abgesehen von Zahlen von G_{k-2} — vorzukommen, ist charakteristisch; es ist folglich die Anzahl der vorkommenden Zahlen einer jeden Gruppe eine Charakteristik des Systems und diese Zahlen können sich nur untereinander transformieren. Die zugehörigen Unterdeterminanten der Transformationsdeterminante können also, wie oben die Determinanten D_k, nicht verschwinden. Die anderen Einheiten von g_{k-1} können sich untereinander und mit den vorkommenden transformieren. Fangen wir diese Einteilung der Einheiten mit der vorletzten Gruppe an, so kommen die vorkommenden Zahlen wenigstens in einem Produkte der nächsten Gruppe vor.

Nun kann man weiter als erste Einheiten von g_{k-1} diejenigen wählen, die — abgesehen von Zahlen von G_{k-2} — in den Produkten von drei Zahlen vorkommen, deren wenigstens eine zu g_{k+1} gehört. So könnte man dieses Verfahren weiter und weiter führen; für unsere Zwecke genügt aber die erste Form. Nur machen wir folgende Bemerkung: Nennen wir $g_{k,1}$, $g_{k,2}$, $g_{k,g-k}$ die Einheiten aus g_k, die nicht vorkommen, die nur in Produkten von zwei Zahlen usf. von $g-k$ Zahlen vorkommen, so muß $g_{k,g-k}$ wenigstens eine Einheit enthalten, da wenigstens ein Produkt aus zwei Einheiten aus g_{g-1} eine Einheit aus g_{g-2} gibt, diese, mit wenigstens einer Einheit multipliziert, eine Einheit aus g_{g-3} gibt, und so fort; Produkte von mehr als $g-k$ Einheiten können nicht eine Zahl aus g_k ergeben, da jede Multiplikation den Index der Gruppe, der die Zahl angehört, wenigstens um eins erniedrigt. Weiter folgt, daß das Produkt aus zwei Zahlen, die zu $g_{k,\alpha}$ und $g_{\lambda,\beta}$ gehören, eine Zahl aus einer Gruppe gibt, deren Index $\mu \gtreqless \left\{\begin{smallmatrix} k-\beta \\ \lambda-\alpha \end{smallmatrix}\right.$ ist; unter einer Gruppe mit negativem Index ist 0 zu verstehen. Speziell ergibt sich daß jedes Produkt aus $g+1$ Zahlen des Systems verschwindet, aber nicht alle Produkte aus g Zahlen. Wenn wir die kleinste Anzahl Faktoren, für welche noch jedes Produkt in einem nullpotenten Systeme verschwindet, die Ordnung des Systems nennen, so können wir sagen:

SATZ IV. *Die Ordnung ist eine Charakteristik des Systems und ist gleich der Anzahl der Gruppen mehr 1.*

Sei d der Grad des Systems, so folgt:

SATZ V. *Die Ordnung ist größer oder gleich dem Grade. Notwendig und hinreichend, damit sie gleich sei, ist das Verschwinden aller Summen von der Form* $\Sigma e_\alpha e_\beta \dots e_\varepsilon$, *wo* $\alpha, \beta \dots \varepsilon$ *alle Permutationen irgend eines Komplexes von* d *der Zahlen* 1, 2, . . . n *durchläuft, und das Nichtverschwinden wenigstens einer solchen Summe für einen Komplex von* d—1 *Zahlen.*

Der erste Teil ist an sich klar, weil die Potenzen auch Produkte sind. Es ist aber

$$x = \sum_{i=1}^{n} x_i e_i$$

$$x^d = \Sigma\, x_\alpha x_\beta \dots x_\varepsilon e_\alpha e_\beta \dots e_\varepsilon,$$

wo $\alpha, \beta, \dots \varepsilon$ alle Variationen der Zahlen 1, 2, . . . n vom Grade d durchlaufen. Fassen wir alle Permutationen desselben Komplexes zusammen, so erhalten wir: $x_\alpha x_\beta \dots x_\varepsilon \Sigma e_\alpha e_\beta \dots e_\varepsilon + x_{\alpha'} x_{\beta'} \dots x_{\varepsilon'} \Sigma e_{\alpha'} e_{\beta'} \dots e_{\varepsilon'} + \dots$ Sind alle Summen gleich 0, so ist auch $x^d = 0$, ist aber eine oder mehrere Summe nicht 0, so erhalten wir nach Ausführung der Produkte wenigstens eine Gleichung deren linke Seite nicht identisch verschwindet, der Form:

$$c_1 x_\alpha^{m_\alpha} x_\beta^{m_\beta} \dots + c_2 x_{\alpha'}^{m_{\alpha'}} x_{\beta'}^{m_{\beta'}} \dots + \dots = (x^d)_a$$

wo $(x^d)_a$ der Koeffizient von e_a in x_d ist. Also verschwindet x^d nicht identisch.

SATZ VI. *Enthält ein System eine Gruppe — von der ersten abgesehen — mit nur einer vorkommenden Einheit oder enthält die letzte Gruppe nur eine Zahl, so sind Ordnung und Grad gleich.*

Für den zweiten Fall ist der Satz selbstverständlich, weil $e_n^g \neq 0$, da dieses das einzige Produkt aus g Zahlen ist, das nicht verschwinden muß. Ist hingegen die Gruppe mit nur einer vorkommenden Einheit eine frühere, so betrachten wir ein Produkt aus g Zahlen, das nicht verschwindet: $e_\alpha e_\beta e_\gamma \ldots e_\varepsilon e_\zeta e_\eta \ldots e_\nu$. Sei die erwähnte Gruppe g_l. Das Produkt von $g-l$ aufeinanderfolgenden Zahlen des Produktes muß eine Zahl aus g_l geben und diese Zahl kann nur die vorkommende Einheit sein, natürlich nur bis auf Einheiten der vorhergehenden Gruppen. Reichen die ersten $g-l$ Zahlen bis e_ε, so kann man $e_\alpha e_\beta \ldots e_\varepsilon$ durch $e_\beta e_\gamma \ldots e_\zeta$ ersetzen — von konstanten Faktoren abgesehen — und dann immer fort und fort andere Einheiten des Produktes durch e_α ersetzen, bis man das Produkt auf die Form e_α^g gebracht hat, womit gezeigt ist, daß e_α^g nicht verschwindet.

Es folgt aus diesem Satze, daß für $n \leqq 2 + (d-2)\,2$, $d = g + 1$ sein muß; denn angenommen $d < g + 1$, so wäre $g - 2 \geqq d - 2$, also $n \leqq 2\,(g-2) + 2$ und, da es g Gruppen gibt, so würden wenigstens zwei nur eine Einheit enthalten und das würde dem vorigen Satze widersprechen. Solange also $n \leqq 2\,d - 2$ oder $d \geqq \frac{n}{2} + 2$, ist der Grad gleich der Ordnung, das heißt, die Anzahl der Gruppen gleich $d-1$. Dies gilt also für $d = 2$ nur bis $n = 2$, wie von dem Scheffers'schen Beweise für Nichtquaternionsysteme vom Grade 2 bestätigt wird. Für $d = 3$ gilt es bis $n = 4$, wie man aus den Scheffers'schen Tafeln für 4 und 5 Einheiten sehen kann; für $d = 4$ bis $n = 6$ usf.

Für $n = 5$ und $d = 3$ kann die Anzahl der Gruppen 3 oder 2 sein, 4 kann sie nicht sein, denn das wäre ein Widerspruch mit Satz VI, da wenigstens 2 Gruppen eine Einheit enthalten würden. $d = 3$ kann nur dann sein, wenn g_0 eine Einheit, g_1 2, g_2 2 Einheiten enthält. Da alle Einheiten vorkommen müssen, kann das System, das man nach Verkürzung um g_0 erhält, nur eines der Scheffers'schen Systeme V_{15} bis V_{19} sein. Diese Betrachtung hat aber für uns kein besonderes Interesse, da wir die Teilung nach der Gruppenanzahl, also nach der Ordnung, nicht nach dem Grade machen werden. Bei der Vergleichung mit den von Starkweather erhaltenen Systemen werden wir noch darauf zurückkommen.

SATZ VII. *Sind zwei Nichtquaternionsysteme in der Scheffers'schen Form geschrieben und kommen in beiden als erste* k *Einheiten alle unabhängigen Zahlen, die eine oder mehrere charakteristische Eigenschaften besitzen, vor, so sind die beiden um diese ersten* k *Einheiten verkürzten Systeme auch assoziativ und äquivalent.*

Wir nennen die ersten k Einheiten des ersten (beziehungsweise des zweiten) Systemes g (beziehungsweise $\bar{g}$), die übrigen Einheiten des ersten und zweiten Systemes G und $\bar{G}$; in der Determinante der Transformation, die die Einheiten des ersten Systems durch die des zweiten ausdrückt, kann nach einer früheren Betrachtung die von den Koeffizienten der Einheiten von $\bar{G}$ in den Ausdrücken für die Einheiten von G gebildete Unterdeterminante nicht verschwinden, ihre Elemente geben also eine lineare Transformation zwischen G und $\bar{G}$. Betrachten wir nun ein Produkt zweier transformierten Einheiten $\bar{e}_i \bar{e}_k$. Es besteht aus Produkten, die wenigstens eine Einheit von g enthalten, und aus Produkten von zwei Einheiten von G. Nur diese können Einheiten von G, also von $\bar{G}$ geben. Für den Teil des zweiten Systemes, der $\bar{G}$ enthält, ist also g und $\bar{g}$, vollkommen irrelevant; es ist folglich der Satz bewiesen.

Ich schließe nun diesen Paragraphen, und gehe zum zweiten über. Ich bemerke aber schon hier, daß ich eine Zahl eines Systems einzig nennen werde, wenn sie eine für sie allein charakteristische Eigenschaft hat, und unter einem einzigen Systeme ein solches verstehen werde, das ein für dasselbe charakteristische Merkmal besitzt.

§ 2. Aufstellung der einzelnen Systeme.

Die Methode, die ich zur Aufstellung benützen werde, ist vorzugsweise analytisch. Ich versuche durch die Charakteristika der Systeme so viele Einteilungen als möglich zu erzielen, derart, daß die Systeme der verschiedenen Kategorien gewiß nicht äquivalent sein können. Dann suche ich die allgemeinste Transformation, durch die zwei Systeme derselben Kategorie ineinander übergehen können, und versuche durch andere Charakteristika oder durch Anwendung von Satz VII oder, wenn das nicht möglich ist, durch die allgemeine Diskussion der Transformation die Einteilung so weit fortzusetzen, daß das System durch alle Transformationen die noch erlaubt sind, damit es seine Eigenschaften behält, nur in sich selbst übergehe. Dann ist die Einteilung fertig. Diese Methode hat vor der Starkweather'schen den Vorteil, daß sich sofort alle verschiedenen Systeme ohne Anwendung der außerordentlich mühsamen Äquivalenzversuche ergeben, und die Überlegenheit vor den anderen läßt sich daraus ersehen, daß sich mit ihrer Hilfe die Scheffers'schen Systeme fast ohne Mühe niederschreiben lassen, die Starkweather'schen mit ziemlich großer Leichtigkeit berechnet werden können und endlich auch der bei weitem kompliziertere Fall der nullpotenten Systeme in 5 Einheiten vom Grade 3 sich vollständig erledigen läßt.

I. Systeme der Ordnung 3.

Kommen eine oder mehrere Einheiten von g_0 nicht vor, so kann man sie weglassen und die verkürzten Systeme sind dann und nur dann gleich, wenn die vorigen gleich waren, da eine solche Einheit weder auf die Produkte noch auf die Transformationen einen Einfluß haben kann. Es reduziert sich also der Fall auf die Scheffers'schen Systeme, die wir später kurz behandeln werden. Wir können also voraussetzen, daß alle Einheiten vorkommen. Wir betrachten zuerst folgenden Fall:

1. g_0 enthält eine Einheit, g_1 vier Einheiten.

Betrachten wir den allgemeinen Fall, daß g_0 1 Einheit, g_1 n—1 Einheiten enthält. Der Koeffizient von e_1 im Produkte $e_{i+1}\, e_{k+1}$ sei a_{ik}. Die Determinante der a_{ik} sei D. Bekanntlich läßt sich jede lineare Transformation aus einer endlichen Anzahl einfacherer Transformationen zusammensetzen, und zwar aus Transformationen der Form $\bar{e}_2 = e_2 + e_3$, $\bar{e}_i = e_i$, $i = 3, \ldots n$, aus Multiplikationen der Form $\bar{e}_i = a_i\, e_i$, $i = 2, \ldots n$; und aus Permutationen der Einheiten. Die ersten bewirken in der Determinante eine Addition der zweiten zur ersten Zeile und der zweiten zur ersten Kolonne, die Permutation verschiebt gleichzeitig Zeilen und Kolonnen; diese Transformationen lassen also die Determinante unverändert. Die Multiplikationen multiplizieren die Determinante mit dem Quadrate des Produktes aller a. Die Eigenschaft, daß $D = 0$, ist also eine Charakteristik des Systems. Schließen wir diesen Fall aus und suchen wir die Bedingung, daß eine Zahl existiert, für welche $xa = \alpha\, ax$ sei ($\alpha \neq o$, konstant). Es muß

$$x_i \sum_{k=2}^{n} a_k\, e_i\, e_k = \alpha\, x_i \sum_{k=2}^{n} a_k\, e_k\, e_i,$$

also

$$\sum_{k=1}^{n-1} a_{k+1} (a_{ik} - \alpha a_{ik}) = 0$$

sein, also $|a_{ik} - \alpha\, a_{ki}| = D(\alpha) = 0$; und die Bedingung ist notwendig und hinreichend. Ist $D = D(0) = 0$, so ist ein $\alpha = 0$. Ist aber $D \neq 0$, so ist $D(\alpha) = (-1)^{n-1}\, \alpha^{k-1}\, D\left(\frac{1}{\alpha}\right)$; wenn also α eine Lösung ist, so ist auch $\frac{1}{\alpha}$ eine. Aber $D(\alpha) = (-1)^{n-1}\, \alpha^{k-1}\, D(0) + \ldots + D(0)$; es existieren also n—1 Wurzeln und die Gleichung ist reziprok; diese α sind Charakteristika des Systems. Ist $n = 2m$, so ist wenigstens ein $\alpha = 1$, wie schon Scheffers für $n = 4$ bewiesen hat. Für $D = 0$ müssen zwei verschiedene Zahlen a und a' existieren, so daß

$xa = 0$ und $a'x = 0$, denn wäre $a = a'$, so wäre a eine zweite nullfaktoriale Zahl. Nun betrachten wir den Fall $n=5$ und nehmen wir zuerst an, daß alle $\alpha \neq \pm 1$. Nehmen wir eine von diesen Zahlen als zweite Einheit, so erhalten wir für $\alpha = \lambda$ das System in der Form:

$$\begin{matrix} 0 & e_1 & 0 & 0 \\ \lambda e_1 & a_{22} e_1 & a_{23} e_1 & a_{24} e_1 \\ 0 & a_{32} e_1 & a_{33} e_1 & a_{34} e_1 \\ 0 & a_{42} e_1 & a_{43} e_1 & a_{44} e_1. \end{matrix}$$

Die Gruppe g_0 ist hier und in den folgenden Systemen weggelassen.

Durch $\bar{e}_4 = e_4 + x e_2, x = \dfrac{a_{32} - k a_{23}}{k - \lambda}$ kann man $k \bar{a}_{23} = \bar{a}_{32}$, $\lambda \neq k$, machen. Durch Transformation von e_4 und e_5 kann man das Untersystem in eine der 4 Formen reduzieren:

$$\begin{matrix} \text{I} & & \text{II} & & \text{III} & & \text{IV} \\ \begin{matrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{matrix} & & \begin{matrix} 0 & 0 \\ 0 & e_1 \end{matrix} & & \begin{matrix} 0 & e_1 \\ \lambda e_1 & 0 \end{matrix} & & \begin{matrix} 0 & e_1 \\ -e_1 & e_1 \end{matrix} \end{matrix}$$

da jedes System für $n=3$ auch eine Zahl von der obigen Eigenschaft besitzen muß und überall, ausgenommen bei IV, das Quadrat der zweiten Einheit zu 0 reduziert werden kann. Diese vier sind folglich alle möglichen Systeme in 3 Einheiten mit nur einer vorkommenden Einheit der ersten Gruppe. Für unseren Zweck können wir aber nur III für $\lambda \neq \pm 1$ brauchen, denn sonst würden wir durch Wahl von $k = \pm 1$ eine kommutative oder eine alternante Zahl bekommen. Es nimmt also das allgemeinste System ohne kommutative und alternante Zahlen die Form an:

$$\begin{matrix} 0 & e_1 & 0 & 0 \\ \lambda e_1 & a_{22} e_1 & a_{23} e_1 & a_{24} e_1 \\ 0 & a_{32} e_1 & 0 & e_1 \\ 0 & a_{42} e_1 & \mu e_1 & 0 \end{matrix}$$

Da $\lambda \neq -1$, können wir durch geeignete Wahl von x in $\bar{e}_3 = e_3 + x e_2$, $a_{22} = 0$ machen.

Betrachten wir folgende Fälle:

1. $\lambda, \dfrac{1}{\lambda}, \mu, \dfrac{1}{\mu}$ verschieden; da bekommen wir:

$$\begin{matrix} 0 & e_1 & 0 & 0 \\ \lambda e_1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & \mu e_1 & 0 \end{matrix} \qquad \begin{matrix} \lambda, \mu \neq \pm 1 \\ \neq 0 \end{matrix}$$

weil man zuerst durch $\bar{e}_4 = e_4 + x e_2$ $\bar{a}_{23} = \bar{a}_{32}$ machen kann und dann durch $\bar{e}_3 = e_3 + y e_5$ beide zu 0.

2. $\lambda = \mu \neq \dfrac{1}{\lambda} = \dfrac{1}{\mu}$, da hat man entweder $a_{23} \neq \lambda a_{32}$ oder nicht. Man bekommt also die zwei Formen:

$$\alpha) \begin{matrix} 0 & e_1 & 0 & 0 \\ \lambda e_1 & 0 & e_1 & 0 \\ 0 & e_1 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & \lambda e_1 & 0 \end{matrix} \quad \begin{matrix} \lambda \neq \pm 1 \\ \neq 0 \end{matrix} \qquad \text{und} \qquad \beta) \begin{matrix} 0 & e_1 & 0 & 0 \\ \lambda e_1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & \lambda e_1 & 0 \end{matrix} \quad \lambda \neq \pm 1, 0.$$

Im Falle 2 existieren keine anderen Lösungen von $D(\alpha) = 0$ als λ und $\dfrac{1}{\lambda}$. Folglich sind 1 und 2 verschieden. Bei 2 α) verschwindet eine von den Unterdeterminanten von $D(\alpha)$ für $\alpha = \lambda$ nicht, folglich existiert nur eine Zahl der Eigenschaft $\alpha = \lambda$, während bei β) unendlich viele existieren.

Jetzt betrachten wir den Fall, daß $D = 0$ sei. Kommt in einem System in $e_i\, e_k$ der allgemeine Parameter λ bei e_μ vor, so wollen wir ihn, falls bei $e_k\, e_i\;\; e_\mu$ mit dem Koeffizienten 1 vorkommt, auch den Wert $\frac{1}{0}$ annehmen lassen und unter dem System, wo im Produkte $e_i\, e_k\;\; e_\mu$ mit dem Koeffizienten $\frac{1}{0}$ vorkommt, verstehen wir dasselbe System, wo in $e_k\, e_i\;\; e_\mu$ nicht vorkommt, und in $e_i\, e_k\;\; e_\mu$ mit dem Koeffizienten 1 erscheint. Mit dieser Definition kann man ganz dieselben Betrachtungen wie früher auch auf den Fall $D = 0$ oder $\alpha = 0$ anwenden.

Lassen wir eine Einheit von g_1 weg, so bleibt das System assoziativ. Es folgt daraus, daß ein System der betrachteten Art in $2m-1$ Einheiten nur eine gerade Anzahl kommutative Zahlen besitzen kann, da man, wenn man um eine verkürzt, ein System derselben Form in $2m$ Einheiten erhält. Betrachten wir nun den Fall, daß 2 kommutative Einheiten vorkommen, so kann ihr Untersystem:

$$1.\ \begin{matrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{matrix} \qquad 2.\ \begin{matrix} 0 & 0 \\ 0 & e_1 \end{matrix} \qquad 3.\ \begin{matrix} 0 & e_1 \\ e_1 & 0 \end{matrix}$$

sein und die drei Fälle sind gewiß verschieden, da die Eigenschaft des Kommutativseins charakteristisch ist.

Man bekommt also

$$1.\ \begin{matrix} 0 & 0 & e_1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & e_1 \\ e_1 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & e_1 & -e_1 & 0 \end{matrix}$$

allein, denn andere kommutative und nullfaktoriale Zahlen dürfen nicht vorkommen.

2. gibt zuerst

$$\begin{matrix} 0 & 0 & e_1 & 0 \\ 0 & e_1 & 0 & 0 \\ e_1 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & -e_1 & \beta e_1 \end{matrix}$$

es sind aber in dieser Form e_1, e_2 und also auch e_5 einzig, folglich haben wir zwei verschiedene Fälle, je nachdem β gleich oder verschieden 0 ist. Im letzteren Falle können wir es 1 machen, und da haben wir

$$\alpha)\ \begin{matrix} 0 & 0 & e_1 & 0 \\ 0 & e_1 & 0 & 0 \\ e_1 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & -e_1 & e_1 \end{matrix} \qquad \beta)\ \begin{matrix} 0 & 0 & e_1 & 0 \\ 0 & e_1 & 0 & 0 \\ e_1 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & -e_1 & 0. \end{matrix}$$

3. gibt entweder

$$\alpha)\ \begin{matrix} 0 & e_1 & 0 & 0 \\ e_1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & \lambda e_1 & 0 \end{matrix} \quad \lambda \neq +1 \text{ oder} \qquad \beta)\ \begin{matrix} 0 & e_1 & 0 & 0 \\ e_1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & -e_1 & e_1 \end{matrix}$$

da das Untersystem der zwei letzten irgendein nicht kommutatives System sein kann.

Sind alle Zahlen kommutativ, so haben wir:

$$\begin{matrix} e_1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & e_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & e_1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & e_1 \end{matrix}$$

Zuletzt kommt der Fall, daß wohl alternante, aber nicht kommutative Einheiten vorkommen. Kommt nur eine vor, so nehmen wir sie als zweite Einheit und dann haben wir als Untersystem der zwei letzten nur

$$\begin{matrix} 0 & e_1 \\ \lambda e_1 & 0 \end{matrix} \quad \lambda \neq \pm 1 \qquad \text{oder} \qquad \begin{matrix} 0 & e_1 \\ -e_1 & e_1 \end{matrix}$$

da sonst die anderen noch eine alternante Einheit geben würden. Wir bekommen also für das erste:

$$\begin{matrix} 0 & e_1 & 0 & 0 \\ -e_1 & e_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & \lambda e_1 & 0 \end{matrix} \quad \lambda \neq \pm 1$$

für das zweite, da $a_{23} = a_{32} \neq 0$ sein muß, nur

$$\begin{matrix} 0 & e_1 & 0 & 0 \\ -e_1 & 0 & e_1 & 0 \\ 0 & e_1 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & -e_1 & e_1 \end{matrix}$$

Sind drei alternante Einheiten da, so müssen zwei von diesen das Untersystem

$$\begin{matrix} 0 & e_1 \\ -e_1 & 0 \end{matrix}$$

geben, wir haben also nur das vorige für $\lambda = -1$. Wenn zwei alternante Einheiten existieren, so haben wir entweder das Untersystem

$$\begin{matrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{matrix} \qquad \text{oder} \qquad \begin{matrix} 0 & e_1 \\ -e_1 & 0 \end{matrix}$$

also

$$\begin{matrix} 0 & e_1 & 0 & 0 \\ -e_1 & 0 & e_1 & 0 \\ 0 & e_1 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & -e_1 & 0 \end{matrix} \qquad \text{oder} \qquad \begin{matrix} 0 & e_1 & 0 & 0 \\ -e_1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & \lambda e_1 & 0 \end{matrix} \quad \lambda \neq \pm 1$$

Zuletzt kommt:

$$\begin{matrix} 0 & e_1 & 0 & 0 \\ -e_1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & -e_1 & 0 \end{matrix}$$

mit vier alternanten Einheiten.

So ist dieser Fall erledigt und man sieht wohl, daß diese Systeme in engem Zusammenhang mit der Determinante $D(\alpha)$ und mit den Lösungen der entsprechenden linearen Gleichungen stehen. Das Studium der Systeme liefert also nebenbei einige Sätze über schiefe Determinanten und andere, die in der Determinantentheorie bewiesen werden.

In den Tabellen sind diese Systeme übersichtlich zusammengefaßt und die dort angegebene Gleichheit einiger Systeme für verschiedene Werte der Parameter oder mit den Reziproken ist unmittelbar aus dem oben Gesagten klar. Vor allen kommt das System von zweiter Ordnung, welches aus lauter 0 besteht. Dieses und das zuletzt aufgestellte in vier alternanten Einheiten haben den Grad 2, alle anderen sind von drittem Grade.

2. G_0 enthält 2 Einheiten, g_1 3 Einheiten.

Die allgemeinste Form eines solchen Systems ist — nullpotente Einheiten weggelassen —

$$\begin{matrix} a_{11}\,e_1 + b_{11}\,e_2 & a_{12}\,e_1 + b_{12}\,e_2 & a_{13}\,e_1 + b_{13}\,e_2 \\ a_{21}\,e_1 + b_{21}\,e_2 & a_{22}\,e_1 + b_{22}\,e_2 & a_{23}\,e_1 + b_{23}\,e_2 \\ a_{31}\,e_1 + b_{31}\,e_2 & a_{32}\,e_1 + b_{32}\,e_2 & a_{33}\,e_1 + b_{33}\,e_2. \end{matrix}$$

Es gibt wenigstens eine Zahl, die in e_1, und eine, die in e_2 kommutativ ist. Nun unterscheiden wir:

I. Es gibt eine Zahl, die sowohl in e_1 als in e_2 kommutativ ist; dann werde sie als e_3 genommen und es wird: $a_{12} = a_{21}$, $b_{12} = b_{21}$, $a_{13} = a_{31}$, $b_{13} = b_{31}$.

II. Es gibt keine solche Zahl. Dann sei e_3 kommutativ in e_1, e_4 in e_2, also $a_{23} \neq a_{32}$, $b_{13} \neq b_{31}$ und $a_{12} = a_{21}$, $b_{21} = b_{12}$, $a_{13} = a_{31}$, $b_{23} = b_{32}$.

I hat zwei Unterfälle: Entweder ist das ganze System kommutativ oder nicht. Im letzten Falle nehmen wir die Transformation vor:

$$e_1 = \alpha_1\,\bar{e}_1 + \alpha_2\,\bar{e}_2, \quad e_2 = \beta_1\,\bar{e}_1 + \beta_2\,\bar{e}_2$$

wir erhalten so:

$$\begin{matrix} \bar{a}_{23} = a_{23}\,\alpha_1 + b_{23}\,\beta_1 & \bar{a}_{32} = a_{32}\,\alpha_1 + b_{32}\,\beta_1 \\ \bar{b}_{23} = a_{23}\,\alpha_2 + b_{23}\,\beta_2 & \bar{b}_{32} = a_{32}\,\alpha_2 + b_{32}\,\beta_2 \end{matrix}$$

man kann also immer α_1 und β_1 so bestimmen, daß $\bar{a}_{23} = \bar{a}_{32}$, oder α_2 und β_2 so, daß $\bar{b}_{23} = \bar{b}_{32}$ werde Was den Fall II betrifft, gilt auch die Umkehrung, das heißt, wenn $a_{23} - a_{32} = a$, $b_{13} - b_{31} = b$ und a und $b \neq 0$ sind, gibt es keine kommutative Zahl im System; denn die Bedingung dafür ist das gleichzeitige Bestehen der Gleichungen:

$$\begin{matrix} 0\,\alpha_1 + 0\,\alpha_2 + 0\,\alpha_3 = 0 & 0\,\alpha_1 + 0\,\alpha_2 + b\,\alpha_3 = 0 \\ 0\,\alpha_1 + a\,\alpha_2 + 0\,\alpha_3 = 0 & 0\,\alpha_1 + 0\,\alpha_2 + 0\,\alpha_3 = 0 \\ 0\,\alpha_1 + 0\,\alpha_2 - a\,\alpha_3 = 0 & -b\,\alpha_1 + 0\,\alpha_2 + 0\,\alpha_3 = 0 \end{matrix}$$

Also $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = 0$. Auch ist es unmöglich, daß die ganze Tafel kommutativ in e_1 (e_2) sei, denn sonst könnte man eine Zahl kommutativ in beiden finden. Wir haben also drei untereinander verschiedene Fälle: I *a)* kommutative Systeme $a_{ik} = a_{ki}$, $b_{ik} = b_{ki}$; I *b)* eine Zahl ist kommutativ $a_{23} \neq a_{32}$ oder $b_{23} \neq b_{32}$ oder auch beide zusammen; II. keine Zahl ist kommutativ $a_{23} \neq a_{32}$ und $b_{13} \neq b_{31}$.

Fall I *a)*. Ist die Determinante der a oder der $b = 0$ so, gibt es nach einer schon gemachten Betrachtung wenigstens eine Zahl, deren Produkte e_1 oder e_2 nicht enthalten. Sonst nehmen wir

$$\begin{aligned} e_1 &= \bar{e}_1 + \alpha\,\bar{e}_2 \\ e_2 &= \bar{e}_2\,; \end{aligned}$$

und setzen die Determinante der $\bar{e}_2$ gleich Null: $|b_{ik} + \alpha\,a_{ik}| = 0$; das gibt zur Bestimmung von α eine Gleichung 3. Grades:

$|a_{ik}|\,\alpha^3 + \ldots\ldots + |b_{ik}| = 0$; wir haben also 3 Werte von α, für welche eine Zahl in ihren Produkten nur $\bar{e}_1 = e_1 - \alpha\,e_2$ enthält. Wir unterscheiden also: α) Das System enthält nur eine Zahl, die in ihren Produkten nur eine lineare Form der nullfaktorialen Einheit enthält. β) Es existieren mehrere solche Zahlen. — Unter α) kann diese Zahl zum Quadrat erhoben nur 0 geben, denn sonst hätten wir die Form:

$$\begin{matrix} e_1 & 0 & 0 \\ 0 & \ldots\ldots & \\ 0 & \ldots\ldots & \end{matrix}$$

und das Untersystem der zwei letzten würde wieder wenigstens eine solche Zahl enthalten. Es bleibt also die einzige Möglichkeit:

$$\begin{array}{ccc} 0 & e_1 & 0 \\ e_1 & \lambda_1 e_2 & \lambda_2 e_2 \\ 0 & \lambda_2 e_2 & \lambda_3 e_1 + \lambda_4 e_2 \end{array}$$

Wäre $\lambda_2 = 0$, so würde auch e_5 eine solche Zahl sein, also $\lambda_2 \neq 0$ und es wird das System:

$$\begin{array}{ccc} 0 & e_1 & 0 \\ e_1 & 0 & e_2 \\ 0 & e_2 & \lambda_3 e_1 + \lambda_4 e_2 \end{array}$$

Wäre $\lambda_4 \neq 0$, so könnte es zu 1 reduziert werden und dann würde $e_5 + \lambda_3 e_3$ nur die lineare Form: ${}_3 e_1 + e_2$ enthalten. Es ist also nur

$$\begin{array}{ccc} 0 & e_1 & 0 \\ e_1 & 0 & e_2 \\ 0 & e_2 & e_1 \end{array}$$

möglich und das System genügt der Bedingung, denn $\alpha e_3 + \beta e_4 + \gamma e_5$, der Reihe nach mit e_3, e_4, e_5 multipliziert, gibt βe_1, $\alpha e_1 + \gamma e_2$, $\beta e_2 + \gamma e_1$; es muß also, damit in diesen Zahlen nur eine lineare Form der e_1 und e_2 vorkomme, $\beta = \gamma = 0$ sein.

Für den Fall β) unterscheiden wir: Es gibt zwei Zahlen, die dieselbe Einheit enthalten, und da bekommen wir als Untersystem, wenn wir berücksichtigen, daß keine andere nullpotente Einheit existiert, nur

$$\begin{array}{cc} 0 & 0 \\ 0 & e_1 \end{array} \qquad \begin{array}{cc} 0 & e_1 \\ e_1 & 0 \end{array}$$

also:

$$\begin{array}{ccc} e_1 & 0 & 0 \\ 0 & e_1 & 0 \\ 0 & 0 & e_2 \end{array} \qquad \begin{array}{ccc} 0 & 0 & e_1 \\ 0 & e_1 & 0 \\ e_1 & 0 & e_2 \end{array}$$

In dem letzteren muß, damit die Produkte einer Zahl der Form $\alpha e_3 + \beta e_4 + \gamma e_5$ eine einzige lineare Form der nullfaktorialen Einheit enthalten, $\gamma = 0$ sein, da ja diese Produkte γe_1, βe_1, $\alpha e_1 + \gamma e_2$ sind; die nullfaktoriale Einheit kann nur e_1 sein, während im ersten System auch e_2 als einzige lineare Form vorkommen konnte (bei e_5). Sind hingegen die in den Produkten unserer Zahlen enthaltenen nullfaktorialen Zahlen alle verschieden, so ist entweder das Quadrat von allen gleich Null und da haben wir

$$\begin{array}{ccc} 0 & 0 & e_1, \\ 0 & 0 & e_2 \\ e_1 & e_2 & 0 \end{array}$$

oder es ist nur ein Quadrat Null, also:

$$\begin{array}{ccc} 0 & 0 & e_2 \\ 0 & e_1 & 0 \\ e_2 & 0 & e_1 \end{array} \text{ oder kein Quadrat Null: } \begin{array}{ccc} e_1 & 0 & 0 \\ 0 & e_2 & 0 \\ 0 & 0 & e_1 + e_2 \end{array}$$

Die Zahlen mit einer nullfaktorialen Zahl sind im ersten System $\alpha e_3 + \beta e_4$, im zweiten e_3, e_4; im dritten e_3, e_4, e_5. Es folgt schon daraus und aus der Tatsache, daß alle im ersten Systeme vorkommenden nullfaktorialen Einheiten $(\alpha e_1 + \beta e_2)$ verschieden sind, wenn nicht

$$\begin{vmatrix} \alpha_1 & \beta_1 \\ \alpha_2 & \beta_2 \end{vmatrix} = 0$$

ist, daß alle betrachteten Systeme verschieden sind.

Betrachten wir nun Fall I*b)*. Die kommutative Einheit ist einzig; wir unterscheiden hier vier Fälle: die Einheit enthält nur eine lineare Form oder zwei, und zwar ist das Quadrat Null oder $\neq 0$. Wir bekommen also:

$$\alpha)\ \begin{matrix} 0 & e_1 & 0 \\ e_1 & \dots & \\ 0 & \dots & \end{matrix} \qquad \beta)\ \begin{matrix} e_1 & 0 & 0 \\ 0 & \dots & \\ 0 & \dots & \end{matrix} \qquad \gamma)\ \begin{matrix} 0 & e_1 & e_2 \\ e_1 & \dots & \\ e_2 & \dots & \end{matrix} \qquad \delta)\ \begin{matrix} e_1 & e_2 & 0 \\ e_2 & \dots & \\ 0 & \dots & \end{matrix}$$

Behandeln wir zuerst α). Wir können das System sofort in die Form bringen:

$$\begin{matrix} 0 & e_1 & 0 \\ e_1 & b_{22} & b_{23} \\ 0 & a_{32} + b_{32} & a_{33} + b_{33} \end{matrix}$$

(Nach den a ist immer die Einheit e_1 zu ergänzen, nach den b, e_2).

Damit das System in der Form α bleibt, sind noch die Transformationen $\bar{e}_1 = a_1 e_1$, $\bar{e}_2 = b_1 e_1 + b_1 e_{22}$ $\bar{e}_3 = c_3 e_3$, $\bar{e}_4 = d_3 e_3 + d_4 e_4 + d_5 e_5$, $\bar{e}_5 = f_3 e_3 + f_5 e_5$ möglich. Immer ist: $\bar{e}_5^2 = f_5^2 . e_5^2$. Wir bekommen also drei verschiedene Fälle, je nachdem $\bar{e}_5^2 = 0, = e_1$ oder von e_1 unabhängig ist, also $= e_2$ gesetzt werden kann. — Wir haben also zuerst:

$$\begin{matrix} 0 & e_1 & 0 \\ e_1 & b_{22} & b_{23} \\ 0 & a_{32} + b_{32} & 0 \end{matrix}$$

Ist das System in e_2 kommutativ, so bleibt es so bei jeder der erlaubten Transformationen. Je nachdem also $b_{23} = b_{32} \neq 0$ oder $= 0$ ist, haben wir

$$\begin{matrix} 0 & e_1 & 0 \\ e_1 & 0 & e_2 \\ 0 & e_1 + e_2 & 0 \end{matrix} \quad \text{oder} \quad \begin{matrix} 0 & e_1 & 0 \\ e_1 & e_2 & 0 \\ 0 & e_1 & 0 \end{matrix}$$

Beide sind den reziproken äquivalent.

Ist $b_{23} \neq b_{32}$, so ist entweder $b_{23} = - b_{32}$ oder nicht. Im ersten Falle kann man nicht, wenn es nicht schon ist, $b_{22} = 0$ machen. In beiden Fällen kann man $b_{23} \neq 0$, also $= 1$ voraussetzen und durch $\bar{e}_2 + \bar{e}_1 x = e_2$, wo $x = \dfrac{1}{1 - b_{32}}$, a_{32} wegschaffen. Also

$$\begin{matrix} 0 & e_1 & 0 \\ e_1 & 0 & e_2 \\ 0 & \lambda e_2 & 0 \end{matrix}$$

$\lambda \neq 1$; (äquivalent dem reziproken mit $\lambda' = \dfrac{1}{\lambda}$) oder

$$\begin{matrix} 0 & e_1 & 0 \\ e_1 & e_2 & e_2 \\ 0 & -e_2 & 0. \end{matrix}$$

(gleich dem reciproken).

Ist $e_5^2 = e_1$, und ist das System kommutativ in e_2, so haben wir analog wie früher

$$\begin{matrix} 0 & e_1 & 0 \\ e_1 & 0 & e_2 \\ 0 & e_1 + e_2 & e_1 \end{matrix} \quad \text{und} \quad \begin{matrix} 0 & e_1 & 0 \\ e_1 & e_2 & 0 \\ 0 & e_1 & e_1 \end{matrix} \qquad \text{sonst:} \quad \begin{matrix} 0 & e_1 & 0 \\ e_1 & 0 & e_2 \\ 0 & \lambda e_2 & 0 \end{matrix} \qquad \begin{matrix} 0 & e_1 & 0 \\ e_1 & e_2 & e_2 \\ 0 & -e_2 & e_1 \end{matrix}$$

Ist $e_5^2 = e_2$, so ist e_2 einzig; man kann $b_{32} = 0$ machen und dann ist auch e_4 einzig, also

$$\begin{array}{ccc} 0 & e_1 & 0 \\ e_1 & b_{22} & b_{33} \\ 0 & a_{32} & b_{33} \end{array}$$

Ist das System in e_2 kommutativ, so muß $a_{32} \neq 0$ sein, also

$$\begin{array}{ccc} 0 & e_1 & 0 \\ e_1 & 0 & 0 \\ 0 & e_1 & e_2 \end{array} \qquad \begin{array}{ccc} 0 & e_1 & 0 \\ e_1 & e_2 & 0 \\ 0 & e_1 & e_2 \end{array}$$

(beide äquivalent den reziproken).

Ist es in e_1 kommutativ, so ist $b_{23} \neq 0$, also

$$\begin{array}{ccc} 0 & e_1 & 0 \\ e_1 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & e_2 \end{array} \qquad \begin{array}{ccc} 0 & e_1 & 0 \\ e_1 & e_2 & e_2 \\ 0 & 0 & e_2 \end{array}$$

(beide äquivalent den reziproken).

Oder endlich

$$\begin{array}{ccc} 0 & e_1 & 0 \\ e_1 & \lambda e_2 & e_2 \\ 0 & e_1 & e_2 \end{array}$$

(alle verschieden und äquivalent den reziproken).

Fall β). Geben wir dem System die Form

$$\begin{array}{ccc} a_{11} + b_{11} & 0 & 0 \\ 0 & \ldots & \\ 0 & \ldots & \end{array} \qquad a_{11} \text{ oder } b_{11} \neq 0$$

Erlaubt sind die Transformationen: $\bar{e}_1 = a_1 e_1 + a_2 e_2$, $\bar{e}_2 = b_1 e_1 + b_2 e_2$, $\bar{e}_3 = c e_3$, $\bar{e}_4 = a_4 e_4 + d_5 e_5$, $\bar{e}_5 = f_4 e_4 + f_5 e_5$. Zwei Systeme sind also verschieden, wenn die Untersysteme (e_1, e_2, e_4, e_5) verschieden sind. Wir müssen also die Scheffers'schen Systeme studieren.

Die kommutativen können entweder eine oder zwei Einheiten mit einer linearen Form enthalten, also

$$\begin{array}{cc} 0 & e_2 \\ e_2 & e_1 \end{array} \qquad \begin{array}{cc} e_1 & 0 \\ 0 & e_2 \end{array}$$

Ist das System nicht kommutativ, so kann man es, wenn es nicht in e_2 kommutativ ist, durch $e_2 = e_2 + x e_1$ in e_1 kommutativ machen. Man kann also überhaupt annehmen, daß das System in e_1 kommutativ sei, und es ist e_2 einzig; wir haben zwei verschiedene Fälle, je nachdem e_1 in den Formen:

$$\begin{array}{cc} e_1 & 0 \\ 0 & 0 \end{array} \text{ oder } \begin{array}{cc} 0 & e_1 \\ e_1 & 0 \end{array}$$

vorkommt. Im ersten Falle erhalten wir also:

$$\begin{array}{cc} e_1 & b_{12} e_2 \\ b_{21} e_2 & b_{22} e_2 \end{array}$$

und e_4 ist einzig. Wir unterscheiden hier weiter zwei Fälle, je nachdem $b_{22} =$ oder $\neq 0$ ist also

$$\begin{matrix} e_1 & e_2 \\ \lambda e_2 & 0 \end{matrix} \quad \lambda \neq 1 \text{ und } \quad \begin{matrix} e_1 & e_2 \\ -e_2 & e_2 \end{matrix}$$

Im zweiten Systeme sind alle Einheiten einzig. Das erste geht durch $\bar{e}_1 = e_1 + x\,(\lambda + 1)\,e_2$, $\bar{e}_2 = e_2$, $\bar{e}_3 = e_3 + x\,e_4$ $\bar{e}_4 = e_4$ in sich selbst über, durch $\bar{e}_2 + \lambda\,e_2$ in das reziproke mit $\lambda' = \frac{1}{\lambda}$ und enthält das kommutative für $\lambda = 1$. Es bleibt noch:

$$\begin{matrix} b_{11}\,e_2, & a_{12}\,e_1 + b_{12}\,e_2 \\ a_{12}\,e_1 + b_{21}\,e_2, & b_{22}\,e_2 \end{matrix}$$

es ist nur die Permutation $\bar{e}_3 = e_4$, $\bar{e}_4 = e_3$ und $\bar{e}_1 = e_1 + x\,e_2$ erlaubt. Durch Wahl des x kann man $b_{21} = -b_{12}$ machen, dann haben wir entweder $b_{11} = b_{22} = 0$ und man erhält $\begin{matrix} 0 & e_1 \\ e_3 & 0 \end{matrix}$

welches noch die Permutation zwischen e_1, e_2 und e_3, e_4 erlaubt, oder es ist eine der beiden Zahlen b_{11} und $b_{22} \neq 0$ und da erhalten wir

$$\begin{matrix} e_2 & e_1 + e_2 \\ e_1 - e_2 & \lambda\,e_2 \end{matrix}$$

wo e_1 auch einzig ist. Eine Permutation führe ein System mit λ in eines mit λ' über; sie sei: $\bar{e}_1 = a\,e_1$, $\bar{e}_2 = b\,e_2$, $\bar{e}_3 = c\,e_4$, $\bar{e}_4 = d\,e_3$, so erhalten wir: $d^2 = \lambda'\,b, \lambda\,c^2 = b$, $c\,d = -b$, $cd = a$, also: $\lambda\,c^2\,d^2 = \lambda'\,b^2$, $\lambda = \lambda'$; $b = \lambda\,c^2$, $d = -\lambda\,c$, $a = -\lambda\,c^2$.

Es wird also durch diese Permutation das System in sich selbst übergeführt; für $\lambda = 0$ ist die Permutation nicht mehr erlaubt.

Nun gehen wir zu unserem Falle über. Zuerst haben wir

$$\begin{matrix} a_{11}\,e_1 + b_{11}\,e_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \lambda e_1 \\ 0 & e_1 & e_2 \end{matrix}$$

erlaubt sind $\bar{e}_1 = e_1$, $\bar{e}_2 = e_2 + x\,(1 + \lambda)\,e_1$, $\bar{e}_3 = e_3$, $\bar{e}_4 = e_4$, $\bar{e}_5 = e_5 + x\,e_4$.

$b_{11} =$ und $\neq 0$ sind verschiedene Fälle, also:

$$\begin{matrix} e_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & e_1 \\ 0 & \lambda\,e_1 & e_2 \end{matrix} \quad \lambda \neq 1$$

oder $b_{11} \neq 0$; da ist entweder $\lambda = -1$ und es bleibt für alle Transformationen das System unverändert, also

$$\begin{matrix} e_1 + e_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & e_1 \\ 0 & -e_1 & e_2 \end{matrix} \quad \text{und} \quad \begin{matrix} e_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & e_1 \\ 0 & -e_1 & e_2 \end{matrix}$$

oder $\lambda \neq -1$, da nehmen wir $x = \frac{a_{11}}{b_{11}\,(1 + \lambda)}$ und wir bekommen das System:

$$\begin{matrix} e_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & e_1 \\ 0 & \lambda\,e_1 & e_2 \end{matrix} \quad \lambda \neq 1$$

welches den vorigen Fall für $\lambda = -1$ in sich enthält.

Weiter haben wir:

$$\begin{array}{lll} e_1 + b_{11}\, e_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & e_1 \\ 0 & e_2 & 0 \end{array}$$

da a_{11} oder $b_{11} \neq 0$ sein muß. Da die Permutation erlaubt ist, kann man immer $a_{11} = 1$ wählen. Da bleibt bei jeder der erlaubten Transformationen b_{11} unverändert.

Für den dritten Fall haben wir:

$$\text{für } a_{11} \neq 0: \quad \begin{array}{lll} e_1 + \lambda\, e_2 & 0 & 0 \\ 0 & e_1 & e_2 \\ 0 & -e_2 & e_2 \end{array} \qquad \text{für } a_{11} = 0: \quad \begin{array}{lll} e_2 & 0 & 0 \\ 0 & e_1 & e_2 \\ 0 & -e_2 & e_2 \end{array}$$

endlich:

$$\begin{array}{lll} a_{11}\, e_1 + b_{11}\, e_2 & 0 & 0 \\ 0 & e_2 & e_1 + e_2 \\ 0 & e_1 - e_2 & \lambda e_2 \end{array}$$

also, da e_1 und e_2 einzig sind:

$$\begin{array}{lll} e_1 + \lambda_1\, e_2 & 0 & 0 \\ 0 & e_2 & e_1 + e_2 \\ 0 & e_1 - e_2 & \lambda_2 e_2 \end{array} \qquad \begin{array}{lll} e_1 & 0 & 0 \\ 0 & e_2 & e_1 + e_2 \\ 0 & e_1 - e_2 & \lambda e_2. \end{array}$$

Fall γ)

$$\begin{array}{lll} 0 & e_1 & e_2 \\ e_1 & a_{22} + b_{22} & a_{23} + b_{23} \\ e_2 & a_{32} + b_{32} & a_{33} + b_{33} \end{array}$$

Es ist entweder $a_{23} = a_{32}$ oder nicht.

Wenn $a_{32} \neq a_{23}$ so ist entweder $b_{23} = b_{32}$ oder nicht. Im letzten Falle nehmen wir $\bar{e}_2 = e_2 + x e_1$, $\bar{e}_5 = e_5 + x\, e_4$, wo $x = \dfrac{a_{23} - a_{32}}{b_{23} - b_{32}}$, und es wird $\bar{a}_{23} = \bar{a}_{32}$. Jedenfalls können wir also $a_{23} = a_{32}$ annehmen und wir bekommen

$$\begin{array}{lll} 0 & e_1 & e_2 \\ e_1 & b_{22} & b_{23} \\ e_2 & b_{32} & a_{33} + b_{33} \end{array} \qquad\qquad b_{23} \neq b_{32}$$

wo noch $\bar{e}_1 = a_1\, e_1 + a_2\, e_2$, $\bar{e}_2 = b\, e_2$, $\bar{e}_3 = c\, e_3$, $\bar{e}_4 = d_3\, e_3 + d_4\, e_4 + d_5\, e_5$, $\bar{e}_5 = f_3\, e_3 + f_5\, e_5$ erlaubt sind. $\bar{e}_5^2 = f_5^2\, a_{33}\, e_1 + x\, e_2 = a_{33} \dfrac{f_5^2}{a_1} \bar{e}_1 + y\, \bar{e}_2$. Da f_5 und $a_1 \neq 0$ sind kann $\bar{a}_{33}$ nur dann 0 sein, wenn $a_{33} = 0$. Wir bekommen also 2 verschiedene Fälle. Nehmen wir $a_{33} = 0$ an, dann ist $\bar{a}_{23} = \dfrac{f_3\, d_4}{a_1}$ und, damit es 0 bleibt, muß $f_3 = 0$ sein. Es bilden also $e_5^2 = 0$ und $= e_2$ zwei verschiedene Fälle. In beiden muß, damit $\bar{a}_{22} = 0$ bleibt $d_3 = 0$ sein; wenn ferner $b_{23} \neq -b_{32}$, können wir $b_{22} = 0$ machen. Wir bekommen also:

$$\begin{array}{lll} 0 & e_1 & e_2 \\ e_1 & 0 & e_2 \\ e_2 & \lambda e_2 & 0 \end{array} \quad \lambda \neq 1 \quad \begin{array}{lll} 0 & e_1 & e_2 \\ e_1 & e_2 & e_2 \\ e_2 & -e_2 & 0 \end{array}$$

Ist $\bar{e}_5^2 = e_2$, so kann man jedenfalls durch $\bar{e}_4 = e_4 + x\,e_5$, wo x Wurzel der Gleichung

$$b_{22} + x\,(b_{23} + b_{32}) + x^2 = 0$$

ist, $\bar{b}_{22} = 0$ machen. Wir erhalten also:

$$\begin{matrix} 0 & e_1 & e_2 \\ e_1 & 0 & e_2 \\ e_2 & \lambda\, e_2 & e_2 \end{matrix}$$

Ist $\lambda \neq -1$, so kann man es durch $\bar{e}_2 = c^2 e_2$, $\bar{e}_3 = c\, e_3$, $\bar{e}_4 = -\dfrac{1}{\lambda+1} e_4 + \dfrac{1}{2} e_5$, $\bar{e}_5 = c\, e_5$, $\bar{e}_1 = -\dfrac{1}{\lambda+1} e_1 + \dfrac{1}{2} e_2$, wo $c = \dfrac{\lambda-1}{2(\lambda+1)}$, zu -1 reduzieren. Wir haben also nur:

$$\begin{matrix} 0 & e_1 & e_2 \\ e_1 & 0 & e_2 \\ e_2 & -e_2 & e_2 \end{matrix}$$

Ist $a_{33} \neq 0$, so kann man $b_{33} = 0$ annehmen.

$$\begin{matrix} 0 & e_1 & e_2 \\ e_1 & b_{22} & b_{23} \\ e_2 & b_{32} & a_{33} \end{matrix}$$

Erlaubt sind noch alle oberen Transformationen. Man kann aber leicht finden, daß notwendig $a_2 = d_3 = d_5 = f_3 = 0$ sind.

Man kann leicht sehen, daß b_{23} und a_{33} zu 1 reduziert werden können, und man hat:

$$\begin{matrix} 0 & e_1 & e_2 & \\ e_1 & \lambda_1 e_2 & e_2 & \lambda_2 \neq 1 \\ e_2 & \lambda_2 e_2 & e_1 & \end{matrix}$$

Jedes System ist äquivalent dem mit $\lambda_1' = -\lambda_1$ und äquivalent dem reziproken mit

$$\lambda_2' = \frac{1}{\lambda_2},\quad \lambda_1' = \pm\left(\frac{1}{\lambda_2}\right)^{3/2} \lambda_1.$$

Fall δ)

$$\begin{matrix} e_1 & e_2 & 0 \\ e_2 & a_{22} + b_{22} & a_{23} + b_{23} \\ 0 & a_{32} + b_{32} & a_{33} + b_{33} \end{matrix}$$

Erlaubt sind

$$\bar{e}_1 = a_1 e_1$$
$$\bar{e}_2 = b_1 e_1 + b_2 e_2$$
$$\bar{e}_3 = c\, e_3$$
$$\bar{e}_4 = d_3 e_3 + d_4 e_4 + d_5 e_5$$
$$\bar{e}_5 = f\, e_5$$

Wir haben drei Fälle, je nachdem $e_5^2 = 0 = e_1$, oder $\neq e_1$ also $= e_2$. Fangen wir bei dem letzten an, dann ist auch e_2 einzig, also auch $b_1 = 0$ und $d_3 = 0$.

Ist das System in e_2 kommutativ, so kann man $b_{23} = b_{32} = 0$ machen und es bleibt

$$\begin{matrix} e_1 & e_2 & 0 & \\ e_2 & \lambda_1 e_1 + \lambda_1 e_2 & \lambda_4 e_1 & \lambda_3 \neq \lambda_4 \\ 0 & \lambda_3 e_1 & e_2 & \end{matrix}$$

λ_4 kann man zu 1 reduzieren und man bekommt:

$$\begin{matrix} e_1 & e_2 & 0 \\ e_2 & \lambda_1 e_1 + \lambda_2 e_2 & e_1 \\ 0 & \lambda_3 e_1 & e_2 \end{matrix} \quad \lambda_3 \neq 1$$

Jedes System ist äquivalent dem mit $\lambda_1' = \varepsilon \lambda_1$ und $\lambda_2' = \varepsilon^2 \lambda_2$ (ε eine dritte Einheitswurzel) und äquivalent dem reziproken mit $\lambda_4' = \frac{1}{\lambda_4}$, $\lambda_1' = \lambda_1 \left(\frac{1}{\lambda_4}\right)^{4/3}$, $\lambda_2' = \left(\frac{1}{\lambda_4}\right)^{2/3} \lambda_2$.

Ist das System in e_2 nicht kommutativ, so haben wir, da $b_{23} = 0$, $b_{32} = 1$ gemacht werden kann,

$$\begin{matrix} e_1 & e_2 & 0 \\ e_2 & \lambda_1 e_1 + \lambda_2 e_2 & \lambda_3 e_1 \\ 0 & \lambda_4 e_1 + e_2 & e_2 \end{matrix}$$

Die Systeme sind alle ungleich und sie sind mit den reziproken mit $\lambda_1' = \lambda_1 - \lambda_3 - \lambda_4$. $\lambda_2' = \lambda_2$, $\lambda_3' = -\lambda_4$, $\lambda_4' = -\lambda_3$ gleich, wie man leicht finden kann.

Gehen wir zum Fall $e_3^2 = e_1$ über. Ist die Tafel nicht in e_2 kommutativ, so kann man sie in e_1 kommutativ machen und da wird e_2 einzig und $d_3 = 0$. Ist sie zunächst kommutativ in e_2, so kann man $b_{22} = 0$ machen und dann entsteht das System:

$$\begin{matrix} e_1 & e_2 & 0 \\ e_2 & a_{22} & a_{23} + b_{23} \\ 0 & a_{32} + b_{23} & e_1 \end{matrix}$$

Erlaubt sind $\bar{e}_1 = c^2 e_1$, $\bar{e}_2 = c\, d_3\, e_1 + c\, d_4\, e_2$, $\bar{e}_3 = c\, e_3$, $\bar{e}_4 = d_3 e_3 + d_4 e_4 + d_5 e_5$, $\bar{e}_5 = \eta\, c\, e_5$, wo $\eta = \pm 1$.

Wenn $b_{23} \neq \pm i$, so kann man $a_{23} = 0$ machen, und es muß $d_3 = d_5 = 0$ sein. Ist $b_{23} = \pm i$, so kann man $a_{23} = 1$ machen, und falls $a_{23} \neq -a_{32}$, $a_{22} = 0$. Ist dagegen $a_{23} + a_{32} = 0$, so bleibt a_{22} als Parameter. Wir erhalten also

$$\begin{matrix} e_1 & e_2 & 0 \\ e_2 & \lambda_1 e_1 & \lambda_2 e_2 \\ 0 & e_1 + \lambda_2 e_2 & e_1 \end{matrix} \quad \lambda_2 \neq \pm i$$

(jedes System äquivalent dem mit $\lambda_2' = -\lambda_2$ und seinem reziproken) und:

$$\begin{matrix} e_1 & e_2 & 0 \\ e_2 & 0 & \lambda e_1 + i e_2 \\ 0 & e_1 + i e_2 & e_1 \end{matrix} \quad \text{und} \quad \begin{matrix} e_1 & e_2 & 0 \\ e_2 & \lambda e_1 & e_1 + i e_2 \\ 0 & -e_1 + i e_2 & e_1 \end{matrix}$$

(von den beiden letzten Systemen sind die ersten gleich ihrem reziproken mit dem Parameter $\lambda' = \frac{1}{\lambda}$, die zweiten ihren reziproken mit demselben Parameter).

Ist das System in e_1 kommutativ, dann sind alle Einheiten einzig: man kann nämlich $a_{23} = a_{32} = 0$ machen. $b_{23} \neq b_{32}$ verändern sich bei keiner Transformation. Wir bekommen also, je nachdem a_{22}, b_{22} oder beide $\neq 0$ sind:

$$\begin{matrix} e_1 & e_2 & 0 \\ e_2 & \lambda_1 e_1 + e_2 & \lambda_2 e_2 \\ 0 & \lambda_3 e_3 & e_1 \end{matrix} \qquad \begin{matrix} e_1 & e_2 & 0 \\ e_2 & e_1 & \lambda_2 e_2 \\ 0 & \lambda_3 e_3 & e_1 \end{matrix} \qquad \begin{matrix} e_1 & e_2 & 0 \\ e_2 & 0 & \lambda_2 e_2 \\ 0 & \lambda_3 e_3 & 0 \end{matrix}$$

(jedes System gleicht dem mit $\lambda_2' = -\lambda_2$ und $\lambda_3' = -\lambda_3$ und dem reziproken mit $\lambda_3' = \lambda_2$, $\lambda_2' = \lambda_3$).

Endlich kann $e_3^2 = 0$ sein; auch hier kann das System, wenn es nicht in e_2 kommutativ ist, in e_1 kommutativ gemacht werden. Nehmen wir also zuerst $b_{23} = b_{32}$ an. Wir unterscheiden zwei Fälle, je nachdem $b_{23} = b_{32} = 0$ oder $\neq 0$. Im ersten Fall haben wir

$$\begin{array}{ccc} e_1 & e_2 & 0 \\ e_2 & e_1 & e_1 \\ 0 & -e_1 & 0 \end{array} \quad \text{und} \quad \begin{array}{ccc} e_1 & e_2 & 0 \\ e_2 & 0 & e_1 \\ 0 & \lambda e_1 & 0 \end{array}$$

Ist $b_{23} \neq 0$, so kann man es zu 1 reduzieren. Auch a_{23} kann man zu 1 reduzieren, a_{22} und b_{22} zu 0 und man bekommt mit Hilfe einer nicht ganz einfachen Transformation, die ich hier der Kürze halber nicht wiedergebe:

$$\begin{array}{ccc} e_1 & e_2 & 0 \\ e_2 & 0 & e_1 + e_2 \\ 0 & \lambda e_1 + e_2 & 0 \end{array}$$

(jedes System gleich dem mit $\lambda' = \dfrac{1}{\lambda}$ und seinem reziproken).

Ist das System in e_1 kommutativ so ist $d_3 = b_1 = 0$; wir unterscheiden zwei Fälle: erstens: $a_{23} = a_{32} = 0$, und in dem Falle weiter: $a_{22} =$ oder $\neq 0$; und zweitens: $a_{23} \neq 0$.

Also im ersten Falle:

$$\begin{array}{ccc} e_1 & e_2 & 0 \\ e_2 & 0 & e_2 \\ 0 & \lambda e_2 & 0 \end{array} \; \lambda \neq 1 \quad \begin{array}{ccc} e_1 & e_2 & 0 \\ e_2 & e_2 & e_2 \\ 0 & -e_2 & 0 \end{array} \qquad \begin{array}{ccc} e_1 & e_2 & 0 \\ e_2 & e_1 & e_2 \\ 0 & \lambda e_2 & 0 \end{array} \; \lambda \neq 1 \quad \begin{array}{ccc} e_1 & e_2 & 0 \\ e_2 & e_1 + \lambda e_2 & e_2 \\ 0 & -e_2 & 0 \end{array}$$

In diesem letzten ist jedes System gleich dem mit $\lambda' = -\lambda$.

Und im zweiten Falle:

$$\begin{array}{ccc} e_1 & e_2 & 0 \\ e_2 & \lambda_1 e_2 & e_2 + e_1 \\ 0 & \lambda_2 e_2 + e_1 & 0 \end{array} \quad \lambda_2 \neq 1$$

(jedes System gleich dem reziproken mit $\lambda_2' = \dfrac{1}{\lambda_2}$, $\lambda_1' = \lambda_1 \lambda_2$).

So ist der Fall, daß nur eine kommutative Zahl vorkommt, vollständig erledigt und ich gehe zum schwierigeren über, daß keine kommutative Zahl existiert.

II. Fall. Es gibt keine kommutative Zahl; es gibt aber eine Zahl, die in e_1, eine, die in e_2 kommutativ ist. Zwei solche Zahlen könnten nicht existieren, denn sonst wäre die ganze Tafel in einer Einheit kommutativ; es würde also eine in beiden Einheiten kommutative Zahl geben.

Nehmen wir e_3 kommutativ in e_1, e_4 in e_2, so ist $a_{12} = a_{21}$, $b_{12} = b_{21}$, $a_{13} = a_{31}$, $b_{23} = b_{32}$, aber $a_{32} \neq a_{23}$, $b_{13} \neq b_{31}$, wo die a und die b die gewohnte Bedeutung haben. Wie wir gesehen haben, ist diese Form, die wir die Form A nennen, für den Fall II charakteristisch. Ist auch $a_{13} \neq a_{31}$ oder $b_{23} \neq b_{32}$, aber $a_{12} = a_{21}$, $b_{12} = b_{21}$, so sagen wir, daß das System die Form B hat. Ist sowohl $a_{13} \neq a_{31}$ als $b_{23} \neq b_{32}$ aber wieder $a_{12} = a_{21}$, $b_{12} = b_{21}$, so ist es in Form C. Ein System in Form B kann — es sei zum Beispiel $a_{13} \neq a_{31}$, $b_{23} = b_{32}$ — durch geeignete Wahl des x in $e_1 = \bar{e}_1$, $e_2 = x\bar{e}_1 + \bar{e}_2$ in die Form A gebracht werden. Es ist also auch B für diesen Fall charakteristisch. In Form C können auch Systeme des I. Falles geschrieben werden. Gehört aber das System zum II. Fall, so kann man es auf die Form A bringen.

Betrachten wir nun eine lineare Form der e_3 und e_4: $\alpha = a\, e_3 + b\, e_4$; wie leicht zu sehen, existiert in jedem Falle eine Transformation $e_1 = \bar{a}_1 \bar{e}_1 + \bar{a}_2 \bar{e}_2$, $e_2 = \bar{b}_1 \bar{e}_1 + \bar{b}_2 \bar{e}_2$, so daß α in $\bar{e}_1$ kommutativ wird.

Für Form A ist der Beweis leicht direkt gegeben; da aber B und C sich durch Transformation der e_1 und e_2 allein auf A reduzieren lassen, gilt der Beweis für alle 3 Formen. Umgekehrt ist für jede Zahl $\bar{e}_1 = a_1\, e_1 + b_2\, e_2$ ein Verhältnis $\dfrac{a}{b}$ bestimmbar, so daß $\alpha = a\, e_3 + b\, e_4$ in $\bar{e}_1$ kommutativ ist; und zwar nur

ein solches Verhältnis, denn sonst hätten wir zwei verschiedene Zahlen, die in einer nullfaktorialen Einheit kommutativ wären; es würde das System zum I. Fall gehören. Daraus folgt, daß, wenn das System in einer der drei Formen A, B, C geschrieben ist und, falls es in Form C geschrieben ist, wenn es zum II. Falle gehört, in den Transformationsformeln zweier äquivalenter Systeme:

$$\begin{aligned} \bar{e}_1 &= a_1 e_1 + a_2 e_2 \\ \bar{e}_2 &= b_1 e_1 + b_2 e_2 \\ \bar{e}_3 &= c_3 e_3 + c_4 e_4 + c_5 e_5 \\ \bar{e}_4 &= d_3 e_3 + d_4 e_4 + d_5 e_5 \\ \bar{e}_5 &= f_3 e_3 + f_4 e_4 + f_5 e_5 \end{aligned}$$

$c_5 = d_5 = 0$ sein müssen.

Denn wäre zum Beispiel $c_5 \neq 0$ so ließe sich zunächst $\bar{\bar{e}}_1$ so bestimmen, daß $\bar{e}_3$ in $\bar{\bar{e}}_1$ kommutativ ist, sodann $\alpha = a e_3 + b e_4$ so, daß mit α in $\bar{\bar{e}}_1$ kommutativ ist; es waren also α und $\bar{e}_3$ kommutativ $\bar{\bar{e}}_1$; sie sind aber unabhängig, weil α nur e_3 und e_4 enthält, folglich würde das System zum I. Fall gehören.

Das System enthält als Untersystem $(e_1\, e_2\, e_3\, e_4)$ eines der fünf kommutativen Systeme:

$$\alpha)\ \begin{matrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{matrix} \qquad \beta)\ \begin{matrix} e_1 & 0 \\ 0 & 0 \end{matrix} \qquad \gamma)\ \begin{matrix} 0 & e_1 \\ e_1 & 0 \end{matrix} \qquad \delta)\ \begin{matrix} e_1 & 0 \\ 0 & e_2 \end{matrix} \qquad \varepsilon)\ \begin{matrix} e_1 & e_2 \\ e_2 & 0 \end{matrix}$$

und alle diese Fälle sind verschieden.

Fall α). Wir können es sofort in Form A schreiben:

$$\begin{matrix} 0 & 0 & a_{13} + b_{13} \\ 0 & 0 & a_{23} + b_{23} \\ a_{31} + b_{31} & a_{32} + b_{32} & a_{33} + b_{33} \end{matrix}$$

$a_{13} = a_{31}$, $b_{23} = b_{32}$. Ist nun $b_{23} = 0$, so können wir durch Vertauschung von $e_1\, e_2$ und $e_3\, e_4$ $a_{13} = 0$ machen, sonst kann man leicht zwei Werte x und y in $e_2 = \bar{e}_2 + x\bar{e}_1$, $e_4 = \bar{e}_4 + y\bar{e}_3$ finden, so daß ebenfalls $a_{13} = 0$ wird. Wir können also allgemein $a_{13} = 0$ nehmen. Nun untersuchen wir, ob noch eine Zahl existiert, die in den Produkten nur eine lineare Form der Einheiten enthält. Diese lineare Form kann nicht e_2 sein, denn sonst kommen wir auf den I. Fall zurück. Die Bedingung für die Existenz einer solchen Zahl $\alpha = \alpha_1 e_3 + \alpha_2 e_4$ ist:

$$0 = \begin{vmatrix} \alpha_2 a_{23}, & \alpha_1 b_{13} + \alpha_2 b_{23} \\ \alpha_2 a_{32}, & \alpha_1 b_{31} + \alpha_2 b_{23} \end{vmatrix} = \alpha_2 [\alpha_2 b_{23} (a_{23} - a_{32}) + \alpha_1 \Delta]$$

wo $\Delta = \begin{vmatrix} a_{23} & b_{13} \\ a_{32} & b_{31} \end{vmatrix}$.

Die Lösungen sind: entweder $\alpha_2 = 0$; oder 1. $\Delta = 0$, $b_{23} = 0$, α_1 und α_2 beliebig, 2. $\Delta = 0$, $b_{23} \neq 0$, gibt keine andere Lösung als $\alpha_2 = 0$, 3. $\Delta \neq 0$ noch $\alpha_1 = \dfrac{\alpha_2 b_{23} (a_{32} - a_{23})}{\Delta}$.

Für 1. haben wir also alle Zahlen α, für 2. nur e_3, für 3. $\alpha = \bar{e}_4 = \alpha_2 \left[\dfrac{b_{23}}{\Delta} (a_{32} - a_{23})\, e_3 + e_4\right]$, welche nur eine lineare Form enthalten. Die 3 Fälle sind verschieden.

1. und 3. zusammen geben nur

$$\begin{matrix} 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & e_1 \\ \lambda_1 e_2, & \lambda_2 e_1 & a_{33} + b_{33} \end{matrix} \qquad \lambda_1, \lambda_2 \neq 1$$

die Werte $\lambda_1 = \dfrac{1}{0}$, $\lambda_2 = \dfrac{1}{0}$ eingeschlossen.

Wenn nicht $\lambda_1 = \lambda_2$, ist nur die Vertauschung erlaubt. Ist nicht λ_1 oder $\lambda_2 = -1$, so kann man sofort $a_{33} = b_{33} = 0$ machen; ist einer der beiden $= -1$, zum Beispiel λ_1 so kann nur $a_{33} = 0$ gemacht werden; sind beide $= -1$, so ist, da $\lambda_1 = \lambda_2$, $\bar{e}_2 = x e_1 + e_2$, $\bar{e}_3 = e_4 + x e_3$ möglich, es kann also auch hier $a_{33} = 0$ gemacht werden. Für $\lambda_1 = \lambda_2$ ist noch eine Reihe Transformationen möglich, sie haben aber keinen Einfluß auf die Systeme. Der Fall $\lambda_1 = \lambda_2 = -1$, $b_{33} = 0$ gibt ein System II. Grades. Auch die in den Tabellen angegebenen Gleichheitsbedingungen für die reziproken Systeme sind leicht zu beweisen. Folglich haben wir

$$\begin{array}{ccc} 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & e_1 \\ \lambda_1 e_2 & \lambda_2 e_1 & 0 \end{array} \qquad\qquad \begin{array}{ccc} 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & e_1 \\ -e_2 & \lambda e_1 & e_2. \end{array}$$

2. Wenn aber nur eine Einheit e_3 existiert, so ist sie einzig, also auch e_2 und folglich, da e_4 in e_2 kommutativ ist, auch e_1 und e_4. Wir haben also nur die beiden nachstehenden Systeme

$$\begin{array}{ccc} 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & e_1 + e_2 \\ \lambda_1 e_2 & \lambda_2 e_1 + e_2 & 0 \end{array}$$

$$\begin{array}{ccc} 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & e_1 + e_2 \\ -e_2 & e_1 - e_2 & e_2 \end{array}$$

Fall β). Zulässig sind die Transformationen: $\bar{e}_1 = a\, e_1$, $\bar{e}_2 = b_1 e_1 + b_2 e_2$, $\bar{e}_3 = c_3 e_3 + c_4 e_4$, $\bar{e}_4 = d\, e_4$ $\bar{e}_5 = f_3 e_3 + f_4 e_4 + f_5 e_5$. Nun kann e_4 kommutativ in e_2 sein oder nicht. Die zwei Fälle sind gewiß verschieden und im zweiten kann man durch Wahl von b_1 e_4 in e_1 kommutativ machen.

Ist e_4 in e_1 kommutativ, so muß $b_1 = 0$ sein, durch Wahl von c_4 kann man e_3 in e_2 kommutativ machen und da wird auch e_3 einzig; a_{13} kann man 0 machen und dann ist $f_3 = 0$. Jetzt kann man unterscheiden, je nachdem $a_{23} = 0$ oder nicht. Im letzteren Falle kann man $a_{33} = 0$ machen und dann ist $f_4 = 0$, also

$$\begin{array}{ccc} e_1 & 0 & \lambda_1 e_2 \\ 0 & 0 & e_1 + e_2 \\ e_1 + \lambda_1 e_2 & e_1 + \lambda_2 e_2 & \lambda_3 e_2 \end{array} \qquad \lambda_2 \neq 1$$

(alle Systeme verschieden, und gleich den reziproken mit $\lambda_3' = \frac{\lambda_3 - 2\lambda_1}{\lambda_2}$ $\lambda_2' = \frac{1}{\lambda_2}$, $\lambda_1' = -\frac{\lambda_1}{\lambda_2}$ für $\lambda_2 \neq 0$, $\frac{1}{0}$; für $\lambda_2 = 0$ ist es gleich dem reziproken mit $\lambda_1' = \frac{1}{\lambda_2}$, $\lambda_1' = \lambda_1$ $\lambda_3' = \lambda_3 - 2\lambda_1$).

Ist $a_{23} = 0$, so kann $\lambda_2 =$ oder $\neq -1$ sein und in beiden Fällen $\lambda_1 =$ oder $\neq 0$.

Wir erhalten also:

$$\begin{array}{ccc} e_1 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & e_2 \\ e_1 + e_2 & \lambda_1 e_2 & \lambda_2 e_1 \end{array} \qquad \lambda_1 \neq \pm 1$$

(gleich den reziproken mit $\lambda_1' = \frac{1}{\lambda_1}$; $\lambda_2' = \lambda_2$);

$$\begin{array}{ccc} e_1 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & e_2 \\ e_1 + e_2 & -e_2 & \lambda_1 e_1 + \lambda_2 e_2 \end{array}$$

(gleich den reziproken mit $\lambda_1' = \lambda_1$, $\lambda_2' = -\lambda_2 + 2$).

$$\begin{matrix} e_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & e_2 \\ e_1 & \lambda_1 e_2 & \lambda_2 e_1 \end{matrix}$$

$\left(\text{gleich den reziproken mit } \lambda_1' = \frac{1}{\lambda_1}\right)$;

$$\begin{matrix} e_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & e_2 \\ e_1 & -e_2 & e_2 + \lambda e_1 \end{matrix}$$

(gleich den reziproken).

Ist e_4 in e_2 kommutativ, so kann man e_3 in e_4 kommutativ machen und $a_{13} = 0$; je nachdem $b_{23} =$ oder $\neq 0$, haben wir zwei verschiedene Fälle. Im zweiten Falle kann man $b_{13} = b_{33} = 0$ machen und da haben wir:

$$\begin{matrix} e_1 & 0 & 0 & \\ 0 & 0 & e_1 + e_2 & \lambda_1 \neq 1 \\ e_2 & \lambda_1 e_1 + e_2 & \lambda_2 e_1 & \end{matrix}$$

Durch Transformationsversuche, die ich hier nicht wiedergebe, ergibt sich, daß diese Systeme gleich den reziproken mit: $\lambda_1' = \frac{\lambda_1}{2\lambda_1 - 1}$, $\lambda_2' = \frac{\lambda_1^2 - \lambda_1 \lambda_2 - \lambda_1 - \lambda_2}{2(2\lambda_1 - 1)^2}$ sind.

Ist $b_{23} = 0$, so bekommen wir:

$$\begin{matrix} e_1 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & e_1 \\ b_{31} & a_{32} & a_{33} + b_{33} \end{matrix}$$

Auch hier erhält man durch allgemeine Transformationsversuche $b_{31} =$ oder $\neq a_{32}$ als zwei verschiedene Fälle.

Im zweiten Falle kann man $a_{33} = b_{33} = 0$ machen, wenn nicht b_{31} oder $a_{32} = -1$ sind. Ist $b_{31} = -1$, so bleibt b_{33} unverändert, man kann aber $a_{33} = 0$ machen; ist $a_{32} = -1$, so kann man nur $b_{33} = 0$ machen.

Sind $a_{32} = b_{31} = -1$, so kann man, wenn $b_{33} = 0$ ist, a_{33} nicht 0 machen, sonst immer. Wir erhalten also

$$\begin{matrix} e_1 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & e_1 \\ \lambda_1 e_2 & \lambda_2 e_1 & 0 \end{matrix} \qquad \begin{matrix} e_1 & 0 & e_2 & \\ 0 & 0 & e_1 & \lambda \neq \pm 1 \\ -e_2 & \lambda e_1 & e_2 & \end{matrix} \qquad \begin{matrix} e_1 & 0 & e_2 & \\ 0 & 0 & e_1 & \lambda \neq 1 \\ \lambda e_2 & -e_1 & e_1 & \end{matrix} \qquad \begin{matrix} e_1 & 0 & e_2 & \\ 0 & 0 & e_1 & \lambda \neq 1 \\ \lambda e_2 & \lambda e_1 & e_2 & \end{matrix}$$

gleich den reziproken für $\lambda_1' = \frac{1}{\lambda_1}$, $\lambda_2' = \frac{1}{\lambda_2}$, die Fälle λ_2 oder $\lambda_1 = 0$ und $\frac{1}{0}$ eingeschlossen).

Fall γ). Erlaubt sind nur $\bar{e}_1 = a e_1$, $\bar{e}_2 = b_1 e_1 + b_1 e_2$, $\bar{e}_3 = c e_4$, $\bar{e}_4 = d e_3$, $\bar{e}_5 = f_3 e_3 + f_4 c_4 + f_5 e_5$. Jedenfalls kann man e_3 in e_1 kommutativ voraussetzen. Denn ist e_4 kommutativ in e_1, so kann man e_3 durch Vertauschung kommutativ machen, sonst durch geeignete Wahl des b_1. Nun kann e_4 kommutativ in e_2 sein oder nicht. In diesem Falle kann man durch $e_1 = \bar{e}_2 + \bar{e}_1$ und $e_2 = \alpha \bar{e}_2$ $\bar{e}_4$ in $\bar{e}_2$ kommutativ machen und dann ist nur die Permutation erlaubt. Im ersten Falle erhalten wir, je nachdem $b_{23} =$ oder $\neq 0$ und $a_{33} =$ und $\neq 0$ ist:

$$\begin{matrix} 0 & e_1 & e_2 \\ e_1 & 0 & e_2 \\ \lambda_1 e_2 & e_1 + e_2 & \lambda_2 e_1 + \lambda_3 e_2 \end{matrix} \qquad \begin{matrix} 0 & e_1 & e_2 \\ e_1 & 0 & 0 \\ \lambda e_2 & e_1 & e_1 + \lambda_3 e_2 \end{matrix} \qquad \begin{matrix} 0 & e_1 & e_2 \\ e_1 & 0 & 0 \\ \lambda_1 e_2 & e_1 & \lambda_3 e_2 \end{matrix}$$

(jedes System gleich dem reziproken mit $\lambda_1' = \frac{1}{\lambda_1}, \lambda_2' = \frac{\lambda_2}{\lambda_1}, \lambda_3 = \frac{-\lambda_3 + (\lambda_1 + 1)}{\lambda_1}$ $\lambda_1 \neq 0$).

Im zweiten:

$$\begin{matrix} 0 & e_1 + e_2 & e_2 \\ e_1 + e_2 & 0 & e_1 \\ \lambda_1 e_2 & \lambda_2 e_1 & \lambda_3 e_1 + \lambda_4 e_2. \end{matrix}$$

(jedes System glich dem mit $\lambda_1' = \lambda_2$, $\lambda_2' = \lambda_1$, $\lambda_3' = \lambda_4$, $\lambda_4' = \lambda_3$ und dem reziproken mit $\lambda_1' = \frac{1}{\lambda_1}$, $\lambda_2' = \frac{1}{\lambda_2}$, $\lambda_3' = \frac{\lambda_3}{\lambda_1 \lambda_2}$, $\lambda_4' = \frac{\lambda_4}{\lambda_1 \lambda_2}$).

Fall δ). e_1, e_2, e_3, e_4 sind einzig. Wir haben zwei Fälle: e_4 ist kommutativ in e_1 oder e_3 in e_2 oder keine dieser Bedingungen trifft zu. Im ersten Falle können wir durch $e_2 = \bar{e}_2 + x \bar{e}_1$, $e_1 = \bar{e}_1$, $\bar{e}_4$ in e_1 kommutativ machen, e_3 ist in e_2 kommutativ. Also:

$$\begin{matrix} e_1 & 0 & \lambda_2 e_2 \\ 0 & e_2 + \lambda_1 e_1 & \lambda_3 e_1 + e_2 \\ e_1 + \lambda_1 e_2 & \lambda_3 e_1 & \lambda_4 e_1 + \lambda_2 e_2 \end{matrix}$$

Für $\lambda_1 \neq 0$ ist die Permutation nicht mehr erlaubt. Für $\lambda_1 = 0$ ist jedes System gleich dem mit $\lambda_5' = \lambda_4 = 2\lambda_2$, $\lambda_4' = \lambda_5 - 2\lambda_3$, $\lambda_2' = -\lambda_3$, $\lambda_3' = -\lambda_2$; für $\lambda_1 \neq 0$ ist jedes gleich dem reziproken mit $\lambda' = \lambda_4 - 2\lambda_2 - \lambda_1$, $\lambda_5' = \lambda_5 - 2\lambda_3$, $\lambda_3' = -\lambda_3 + \lambda_1$, $\lambda_2' = -\lambda_2$.

Im zweiten Falle können wir durch Wahl des e_1 und des e_2, e_3 in e_1, e_4 in e_2 kommutativ machen; dann müssen a_{11} und $b_{22} \neq 0$ sein und wir erhalten:

$$\begin{matrix} e_1 + \lambda_1 e_2 & 0 & e_2 \\ 0 & e_2 + \lambda_2 e_1 & e_1 \\ \lambda_3 e_2 & \lambda_4 e_1 & \lambda_5 e_1 + \lambda_6 e_2. \end{matrix} \qquad \lambda_3, \lambda_4 \neq 1, \lambda_1 \neq \frac{1}{\lambda_2}$$

Und jetzt ist nur die Permutation e_4 mit e_3, e_2 mit e_1 erlaubt, denn sonst würde die Kommutativität gestört werden.

Diese Systeme gehen ineinander über für $\lambda' = \varepsilon\lambda_1$, $\lambda_2' = \varepsilon\lambda_2$, $\lambda_3' = \lambda_3$, $\lambda_4' = \lambda_4$, $\lambda_5' = \varepsilon\lambda_5$ $\lambda_6' = \varepsilon\lambda_6$ und für $\lambda_1' = \lambda_2$ $\lambda_2', = \lambda_3$, $\lambda_3' = \lambda_4$, $\lambda_4' = \lambda_5$, $\lambda_5' = \lambda_6$, $\lambda_6' = \lambda_5$ und in die reziproken mit

$$\text{mit } \lambda_3' = \frac{1}{\lambda_3}, \lambda_4' = \frac{1}{\lambda_4}, \lambda_6' = \frac{\lambda_6}{\lambda_1 \sqrt[3]{\lambda_3 \lambda_4^2}}, \lambda_5' = \frac{\lambda_5}{\lambda_4 \sqrt[3]{\lambda_4 \lambda_3^2}}, \lambda_2' = \sqrt[3]{\frac{\lambda_3^2}{\lambda_4^2}}\lambda_2, \lambda_1' = \sqrt[3]{\frac{\lambda_4^2}{\lambda_3^2}}\lambda_1.$$

Die Fälle $\lambda_3 = 0$ und $\frac{1}{0}$ und $\lambda_4 = 0$ und $\frac{1}{0}$ sind auch zulässig, nur hat man dann in den Nennern von $\lambda_1', \lambda_2', \lambda_5', \lambda_6'$ den betreffenden Wert mit 1 zu ersetzen.

Fall ε). Erlaubt sind $\bar{e}_1 = a_1 e_1 + a_2 e_2$, $\bar{e}_2 = b e_2$, $\bar{e}_3 = c_3 e_3 + c_4 e_4$, $\bar{e}_4 = d e_4$, $\bar{e}_5 = f_3 e_3 + f_4 e_4 + f_5 e_5$. Wir unterscheiden zwei Fälle: entweder ist e_4 in e_1 kommutativ oder nicht. Ist das nicht der Fall, so existiert gewiß ein $\bar{e}_3$, welches in e_1, also in $\bar{e}_1$ kommutativ ist.

Der Fall, daß e_4 in e_1 kommutativ sei, hat mir die größten Schwierigkeiten dargeboten, weil in diesem Falle alle Transformationen erlaubt sind; das System bekommt die Form:

$$\begin{array}{ccc} e_1 & e_2 & b_{13} \\ e_2 & 0 & a_{23}+b_{23} \\ e_1 & a_{23}+b_{32} & a_{33}+b_{33} \end{array} \qquad b_{23} \neq b_{32}$$

Der allgemeinste Äquivalenzversuch ergibt zuerst, daß $b_{32}-b_{23}$ eine Charakteristik des Systems ist und wir können zwei Fälle unterscheiden, je nachdem $b_{32}-b_{23}=$ oder $\neq 2$ ist. Im zweiten Falle kann man $b_{13}=0$ machen und dann wird das System einzig. Sonst haben wir zwei verschiedene Fälle, je nachdem $a_{23}=$ oder $\neq 0$ ist. In diesem Falle kann man $a_{23}=1$ und $b_{23}=-b_{32}=-1$ machen, sonst kann man a_{33} nicht weiter reduzieren; und ist $a_{33}=-(b_{23}^2+b_{23})$, so kann man auch b_{33} nicht reduzieren, sonst kann man es gleich Null machen. Wir erhalten so folgende neue Systeme:

$$\begin{array}{ccc} e_1 & e_2 & 0 \\ e_2 & 0 & e_1+(\lambda_1-1)\,e_2 \\ e_1 & e_1+(\lambda_2+\lambda_1+1)\,e_2 & \lambda_3 e_1+\lambda_4 e_2 \end{array} \qquad \begin{array}{ccc} e_1 & e_2 & 0 \\ e_2 & 0 & (\lambda_1-1)\,e_2 \\ e_1 & (\lambda_2+\lambda_1+1)\,e_2 & \lambda_3 e_1+e_2 \end{array}$$

$$\begin{array}{ccc} e_1 & e_2 & 0 \\ e_2 & 0 & (\lambda_1-1)\,e_2 \\ e_1 & (\lambda_2+\lambda_1+1)\,e_2 & \lambda_3 e_1 \end{array} \quad \lambda_2 \neq 0, \neq -2 \qquad \begin{array}{ccc} e_1 & e_2 & \lambda_1 e_2 \\ e_2 & 0 & e_1-e_2 \\ e_1 & e_1+e_2 & \lambda_2 e_1+\lambda_3 e_2 \end{array}$$

$$\begin{array}{ccc} e_1 & e_2 & 0 \\ e_2 & 0 & (\lambda_1-1)\,e_2 \\ e_1 & (\lambda_1+1)\,e_2 & (\lambda_2-\lambda_1^2+\lambda_1)\,e_1 \end{array} \qquad \begin{array}{ccc} e_1 & e_2 & e_2 \\ e_2 & 0 & (\lambda_1-1)\,e_2 \\ e_1 & (\lambda_1+1)\,e_2 & (\lambda_2-\lambda_1^2+\lambda_1)\,e_1 \end{array} \quad \lambda_2 \neq 0$$

$$\begin{array}{ccc} e_1 & e_2 & e_2 \\ e_2 & 0 & (\lambda_1-1)\,e_2 \\ e_1 & (\lambda_1+1)\,e_2 & (-\lambda_1^2+\lambda_1)\,e_1+\lambda_2 e_2 \end{array} \qquad \begin{array}{ccc} e_1 & e_2 & 0 \\ e_2 & 0 & (\lambda_1-1)\,e_2 \\ e_1 & (\lambda_1+1)\,e_2 & (-\lambda_1^2+\lambda_1)\,e_1+e_2 \end{array}$$

$$\begin{array}{ccc} e_1 & e_2 & 0 \\ e_2 & 0 & (\lambda_1-1)\,e_2 \\ e_1 & (\lambda_1+1)\,e_2 & (-\lambda_1^2+\lambda_1)\,e_1 \end{array}$$

In der Tabelle sind diese Systeme mit einer leicht ersichtlichen Transformation wiedergeben. Das dritte, fünfte und neunte wurden in das dritte System der Tabelle vereinigt. Die Äquivalenzangaben mit den reziproken erfordern auch Transformationsversuche. Diese ergeben zuerst, daß auch für die reziproken $b_{23}-b_{32}$ und $a_{23}=$ und $\neq 0$ charakteristisch sind. Im Falle, daß $b_{23}-b_{32}+2=0$ ist, bilden auch hier $b_{13}=, \neq 0$ zwei Fälle. Die weitere Diskussion gestaltet sich leicht und es folgen die angegebenen Transformationen für den Übergang in die reziproken.

Ist endlich e_4 in e_2 kommutativ, so ist e_1 und also auch e_3 einzig. Das System erscheint folglich in der Form:

$$\begin{array}{ccc} e_1 & e_2 & e_2 \\ e_2 & 0 & e_1+\lambda_2 e_2 \\ \lambda_1 e_1 & \lambda_3 e_1+\lambda_2 e_2 & \lambda_4 e_1+\lambda_5 e_2 \end{array}$$

(Jedes System gleich dem mit $\lambda_1'=-\lambda_1$, $\lambda_2'=\lambda_2$, $\lambda_3'=-\lambda_3$, $\lambda_4'=\lambda_4$, $\lambda_5=-\lambda_5$ und gleich dem reziproken mit $\lambda_1'=\frac{-\lambda_1}{\sqrt{-\lambda_3}}$, $\lambda_2'=-\frac{\sqrt{\lambda_2-1}}{-\lambda_3}$, $\lambda_3'=\frac{1}{\lambda_3}$, $\lambda_4'=\frac{-\lambda_1^2+\lambda_1-\lambda_4}{\lambda_3}$, $\lambda_5'=\frac{\lambda_1+2\lambda_3-\lambda_5}{\sqrt{-\lambda_3}}$).

So ist der Fall, daß g_0 2 Einheiten, g_1 3 Einheiten enthält, erledigt.

3. g_0 mit drei Einheiten, g_1 mit zwei Einheiten.

Entweder existiert ein Produkt aus zwei Zahlen aus g_1, das 0 ist, oder nicht. Im ersten Falle kann es ein Produkt aus zwei verschiedenen Zahlen oder ein Quadrat sein. Im zweiten Falle kann das System erstens kommutativ sein, dann ist es:

$$\begin{matrix} e_1 & e_3 \\ e_3 & e_2 \end{matrix}$$

oder zweitens nicht kommutativ, dann ist es:

$$\begin{matrix} e_1 & e_2 \\ e_3 & \lambda_1 e_1 + \lambda_2 e_2 + \lambda_3 e_3 \end{matrix}$$

Durch $e_3 = \bar{e}_2 + \bar{e}_3$, $e_2 = \bar{e}_2$, $e_1 = \bar{e}_1$ kann man dieses System in e_1 und e_2 kommutativ machen; dann ist e_3 einzig. Das Untersystem der (e_1, e_2) kann

$$\begin{matrix} e_1 & 0 \\ 0 & e_2 \end{matrix} \text{ oder } \begin{matrix} e_1 & e_2 \\ e_2 & 0 \end{matrix}$$

sein.

Wir erhalten also:

$$\begin{matrix} e_1 & e_2 \\ e_2 + e_3 & e_3 \end{matrix} \text{ und } \begin{matrix} e_1 & e_3 \\ \lambda e_3 & e_2 \end{matrix}$$

welche verschieden sind, da im ersten eine Zahl, zum Quadrat erhoben, e_3 gibt. Wir haben folglich die Systeme:

$$\begin{matrix} e_1 & e_2 \\ e_3 & 0 \end{matrix}$$

(gleich dem reziproken),

$$\begin{matrix} e_1 & e_2 \\ e_2 + e_3 & e_3 \end{matrix}$$

(gleich dem reziproken),

$$\begin{matrix} e_1 & e_3 \\ \lambda e_3 & e_2 \end{matrix}$$

(gleich dem System mit $\lambda' = \frac{1}{\lambda}$ und dem reziproken).

4. Scheffers'sche Systeme.

Für drei Einheiten haben wir den Fall erledigt. Für vier Einheiten bleibt noch der Fall übrig, daß g_0 eine Einheit, g_1 drei Einheiten enthält, die anderen sind schon behandelt worden. Nach einem früheren Beweise existiert wenigstens eine kommutative Zahl. Gibt es drei solche, so ist das System

$$\begin{matrix} e_1 & 0 & 0 \\ 0 & e_1 & 0 \\ 0 & 0 & e_1 \end{matrix}$$

Gibt es nur eine, so kann sie, zum Quadrat erhoben, 0 oder e_1 geben. Im zweiten Falle können wir als Untersystem der (e_3, e_4)

$$\begin{matrix} 0 & e_1 \\ \lambda e_1 & 0 \end{matrix}$$

oder

$$\begin{array}{cc} 0 & e_1 \\ -e_1 & e_1 \end{array}$$

benützen, also

$$\begin{array}{ccc} e_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & e_1 \\ 0 & \lambda e_1 & 0 \end{array} \qquad \begin{array}{ccc} e_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & e_1 \\ 0 & -e_1 & e_1 \end{array}$$

Von den zuerst genannten Systemen ist jedes äquivalent dem mit $\lambda' = \frac{1}{\lambda}$ sowie seinem reziproken. Ist $e_2^3 = 0$ so kann man $a_{22} = 0$, $a_{23} = -a_{32}$ machen, also erhält man, je nachdem $a_{33} =$ oder $\neq 0$:

$$\begin{array}{ccc} 0 & e_1 & 0 \\ e_1 & 0 & e_1 \\ 0 & -e_1 & 0 \end{array} \qquad \begin{array}{ccc} 0 & e_1 & 0 \\ e_1 & 0 & e_1 \\ 0 & -e_1 & e_1 \end{array}$$

Hiermit sind auch diese Systeme erledigt und sie geben uns die Systeme in fünf Einheiten mit einer oder mehreren nicht vorkommenden Einheiten von g_0.

II. Systeme von der Ordnung 4.

(Starkweather'sche Systeme).

Die möglichen Fälle sind durch folgende Tabelle gegeben:

		g_2	g_1		g_0	
			Vorkommende Einheiten	Nicht vorkommende Einheiten	Vorkommende Einheiten	Nicht vorkommende Einheiten
I	*a)*	1	1		3	
	b)	1	2		2	
	c)	1	3		1	
II	*a)*	2	1	0	2	
	b)	2	1	1	1	0
	c)	2	2	0	1	0
III		3	1	0	1	0.

III und II *a, b,* können keine Systeme geben; denn lassen wir g_0 weg, so bekommen wir für III Systeme der Form

$$\begin{array}{ccc} 0 & e_2 & 0 \\ e_2 & 0 & e_2 \\ 0 & -e_2 & \alpha e_2 \end{array}$$

oder

$$\begin{array}{ccc} e_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & e_2 \\ 0 & \alpha e_2 & \beta e_2 \end{array}$$

e_2 ist die Einheit von g_1. Setzen wir die Assoziativität an für die Produkte 334, 433, 443, 344, 435, 534 im ersten Falle, für die Produkte 333, 334, 433, 335, 533, 453 im zweiten Falle — die Indices ersetzen in

diesen Produkten die Einheiten — so folgt, daß e_2 nullfaktorial sein muß, da e_2^2 nach einer früheren Bemerkung gleich 0 ist.

Für II*a* und *b* ist, wenn e_3 die vorkommende Einheit von g_1 ist, das Untersystem von e_4 und e_5 in e_3 entweder:

$$\begin{matrix} 0 & e_3 \\ \lambda e_3 & 0 \end{matrix}$$

oder

$$\begin{matrix} 0 & e_3 \\ -e_3 & e_3 \end{matrix}$$

Im ersten Falle ergibt 445, 454, 455, 545, im zweiten 445, 544, 545, 455, daß e_3 nullfaktorial sein muß.

Jetzt betrachten wir den Fall II*c*)

Nach Satz VII haben wir folgende verschiedene Fälle:

$$1.\ \begin{matrix} 0 & e_2 \\ \lambda e_2 & e_3 \end{matrix} \qquad 2.\ \begin{matrix} e_2 & e_2 \\ -e_2 & e_3 \end{matrix} \qquad 3.\ \begin{matrix} e_2 & 0 \\ 0 & e_3 \end{matrix} \qquad 4.\ \begin{matrix} 0 & e_2 \\ e_3 & 0 \end{matrix} \qquad 5.\ \begin{matrix} e_2 & e_3-e_2 \\ e_3+e_2 & \lambda e_2 \end{matrix}$$

Wir setzen die Assoziativität an für: 444, 445, 454, 455, 544, 545, 554, 555. Das ergibt im Falle 1: $42 = 24 = 0$, $53 = 35$, $52 = \lambda\, 25$, $34 = \lambda^2\, 25$, $43 = 25 \neq 0$.

Erlaubt sind noch die Transformationen $\bar{e}_3 = e_3 + a\, e_2$, $\bar{e}_5 = e_5 + b\, e_4$ mit $a = b\,(\lambda + 1)$. Als Bedingung dafür, daß $\bar{e}_3\,\bar{e}_5 = \bar{e}_5\,\bar{e}_3 = 0$ gemacht werden kann, erhalten wir $\lambda^2 = \lambda + 1 \neq 0$. Ist also $\lambda = \varepsilon$, so kann 35 nicht zu 0 reduziert werden, wohl aber zu 1 und es bleibt für jedes b unverändert. Ist $\lambda \neq \varepsilon$, so kann man $35 = 0$ machen und es ist keine Transformation mehr erlaubt.

Nach Satz V muß, damit das System den Grad 3 habe, $4^3 = 0$, $5^3 = 0$, $445 + 454 + 544 = 0$, $455 + 545 + 554 = 0$ sein. Das gibt $35 = 0$ und, da $25 \neq 0$, $\lambda = \varepsilon$. Dies ist der einzige Fall, welcher ein System vom Grade 3 gibt.

2. gibt aus 444, 445, 544, 454; $24 = -24 = 0 = 42 = 52 = 25$, also ist e_2 nullfaktorial.

3. gibt $24 = 42$, $35 = 53 \neq 0$, alle anderen Produkte $= 0$.

4. Gibt $24 = 43$, $52 = 35$, alle anderen Produkte $= 0$.

5. gibt folgende acht Gleichungen: $42 = 24$, $25 = 43 - 42$, $34 - 24 = 43 + 42$, $\lambda\, 42 = 35 - 25$, $34 + 24 = 52$, $35 + 25 = 53 - 52$, $\lambda\, 24 = 53 + 52$, $\lambda\, 25 = \lambda\, 52$. Diese geben $\lambda\, 24 = 0$, $34 = -43 = 24 = 42$, $-25 = +52 = 2 \times 24$, $35 = 53 = (\lambda - 2)\, 24$. Der Fall $\lambda \neq 0$ ist ausgeschlossen, denn dann wäre e_4 nullfaktorial, also ist $\lambda = 0$ und $35 = 53 = -2 \times 24$.

Im Falle I ist e_5 einzig, also können wir immer e_5^2 als eine Einheit von g_1 nehmen und diese ist dann die einzige vorkommende Einheit.

I*a)* gibt nur

$$\begin{matrix} 0 & e_1 \\ e_1 & e_4 \end{matrix} \quad 1.$$

b) gibt

$$\begin{matrix} 0 & 0 & e_1 \\ 0 & a_{11} + b_{11} & a_{12} + b_{12} \\ e_1 & a_{21} + b_{21} & e_3 \end{matrix}$$

Nach früheren Sätzen ist $\bar{e}_4 = d_3\, e_3 + d_4\, e_4$, also $\bar{e}_4^2 = e_4^2$. Folglich haben wir drei verschiedene Fälle, je nachdem $e_4^2 = 0$, e_1 oder $\neq e_1$ ist, also gleich e_2 genommen werden kann:

1. $e_4^2 = 0$. Erlaubt sind nur $\bar{e}_4 = e_4 + b\,e_3$, $\bar{e}_2 = e_2 + a\,e_1$, $\bar{e}_5 = f_3\,e_3 + f_4\,e_4 + f_5\,e_5$. b_{12} und b_{21} kann man also nicht verändern, wenn sie 0 sind. Sind sie gleich, so kann man $a_{12} = -a_{21}$ machen, sind sie ungleich, so kann man $a_{12} = a_{21} = 0$ machen. Wir bekommen also:

$$\begin{matrix} 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & -e_1 \\ e_1 & e_1 & e_3 \end{matrix} \quad 2. \qquad \begin{matrix} 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & e_1 + e_2 \\ e_1 & -e_1 + e_2 & e_3 \end{matrix} \quad 3. \qquad \begin{matrix} 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & e_2 \\ e_1 & \lambda\,e_2 & e_3 \end{matrix} \quad 4.$$

2. $e_4^2 = e_1$ gibt ganz analog:

$$\begin{matrix} 0 & 0 & e_1 \\ 0 & e_1 & 0 \\ e_1 & 0 & e_3 \end{matrix} \quad 5. \qquad \begin{matrix} 0 & 0 & e_1 \\ 0 & e_1 & -e_1 \\ e_1 & e_1 & e_3 \end{matrix} \quad 6. \qquad \begin{matrix} 0 & 0 & e_1 \\ 0 & e_1 & e_1 + e_2 \\ e_1 & -e_1 + e_2 & e_3 \end{matrix} \quad 7. \qquad \begin{matrix} 0 & 0 & e_1 \\ 0 & e_1 & e_2 \\ e_1 & \lambda\,e_2 & e_3 \end{matrix} \quad 8.$$

3. $e_4^2 = e_2$. Da ist e_2 einzig; wir bekommen, je nachdem $b_{12} = b_{21}$ und $a_{21} = a_{12}$ ist oder nicht:

$$\begin{matrix} 0 & 0 & e_1 \\ 0 & e_2 & 0 \\ e_1 & 0 & e_3 \end{matrix} \quad 9. \qquad \begin{matrix} 0 & 0 & e_1 \\ 0 & e_2 & e_1 \\ e_1 & -e_1 & e_3 \end{matrix} \quad 10. \qquad \begin{matrix} 0 & 0 & e_1 \\ 0 & e_2 & 0 \\ e_1 & e_2 & e_3 \end{matrix} \quad 11. \qquad \begin{matrix} 0 & 0 & e_1 \\ 0 & e_2 & e_1 \\ e_1 & e_2 - e_1 & e_3 \end{matrix} \quad 12.$$

I *c)*. Nehmen wir die vorkommende Einheit von g_1 als e_5, so sind zwei Systeme verschieden, wenn das Untersystem der $(e_2\,e_3)$ verschieden ist, und wir haben alle Fälle durchzugehen, nämlich:

$$1.\ \begin{matrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{matrix} \qquad 2.\ \begin{matrix} 0 & 0 \\ 0 & e_1 \end{matrix} \qquad 3.\ \begin{matrix} 0 & e_1 \\ \lambda\,e_1 & 0 \end{matrix} \qquad 4.\ \begin{matrix} 0 & e_1 \\ -e_1 & e_1 \end{matrix}$$

1. würde noch eine nullfaktoriale Zahl geben.

2. gibt nach bekannten Gesetzen

$$\begin{matrix} 0 & 0 & e_1 & 0 \\ 0 & e_1 & 0 & 0 \\ -e_1 & 0 & e_5 & e_1 \\ 0 & 0 & e_1 & 0 \end{matrix} \quad 13.$$

3. gibt, wenn $\lambda \neq 1$, nur

$$\begin{matrix} 0 & e_1 & 0 & 0 \\ \lambda\,e_1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & e_5 & e_1 \\ 0 & 0 & e_1 & 0 \end{matrix} \quad 14$$

sonst das obere System für $\lambda = 1$ oder

$$\begin{matrix} 0 & e_1 & 0 & 0 \\ e_1 & 0 & e_1 & 0 \\ 0 & -e_1 & e_5 & e_1 \\ 0 & 0 & e_1 & 0 \end{matrix} \quad 15.$$

oder

$$\begin{matrix} 0 & e_1 & -e_1 & 0 \\ e_1 & 0 & -e_1 & 0 \\ e_1 & e_1 & e_5 & e_1 \\ 0 & 0 & e_1 & 0 \end{matrix} \quad 16.$$

4. gibt durch geeignete Wahl des x in $\bar{e}_4 = e_4 + x\, e_3$ und dann des y in $\bar{\bar{e}}_4 = \bar{e}_4 + y\, \bar{e}_2$:

$$\begin{array}{cccc} 0 & e_1 & 0 & 0 \\ -e_1 & e_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & e_5 & e_1 \\ 0 & 0 & e_1 & 0 \end{array} \qquad 17.$$

Fall II 1:

$$\begin{array}{cccc} 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & \lambda^2 e_1 & 0 \\ 0 & e_1 & a_{11} e_1 & a_{12} e_1 + e_2 \\ \lambda e_1 & 0 & a_{21} e_1 + \lambda e_2 & a_{22} e_1 + e_3 \end{array}$$

Nach bekannten Regeln können $a_{21} = a_{12} = 0$ gemacht werden, nur wenn $\lambda^2 \neq \lambda$, $\lambda \neq 0$, $\neq 1$; a_{11} kann gleich 0 gemacht werden, wenn $\lambda^2 \neq -1$, ebenso a_{22}, wenn $\lambda \neq -1$; aber für $\lambda = -1$ kann man $\bar{e}_3 = a_{22}\, e_1 + e_3$ wählen; somit bekommen wir diese 3 Fälle:

$$\begin{array}{cccc} 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & \lambda^2 e_1 & 0 \\ 0 & e_1 & 0 & e_2 \\ \lambda e_1 & 0 & \lambda e_2 & e_3 \end{array} \qquad 19.$$

(äquivalent dem reziproken für $\lambda' = \frac{1}{\lambda}$. Für $\lambda = \varepsilon$ und für das reziproken System $\lambda = \varepsilon^2$ ist der Grad gleich 3);

$$\begin{array}{cccc} 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & e_1 & 0 \\ 0 & e_1 & 0 & e_2 - e_1 \\ e_1 & 0 & e_2 + e_1 & e_3 \end{array} \qquad 20. \qquad\qquad \begin{array}{cccc} 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & -e_1 & 0 \\ 0 & e_1 & e_1 & e_2 \\ i e_1 & 0 & i e_2 & e_3 \end{array} \qquad 21.$$

und

$$\begin{array}{cccc} 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & e_1 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & e_1 & e_3 \end{array} \qquad 22.$$

(ist von dem reziproken verschieden) und

$$\begin{array}{cccc} 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & \varepsilon^2 e_1 & e_1 \\ 0 & e_1 & 0 & e_2 \\ \varepsilon e_1 & 0 & \varepsilon e_2 & e_3 \end{array} \qquad 23.$$

(äquivalent dem reziproken mit ε^2 an der Stelle von ε).

3. gibt, je nachdem $a_{12} =$ oder $\neq a_{21}$ ist:

$$\begin{array}{cccc} 0 & 0 & e_1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & e_1 \\ e_1 & 0 & e_2 & 0 \\ 0 & e_1 & 0 & e_3 \end{array} \qquad 24. \qquad \text{und} \qquad \begin{array}{cccc} 0 & 0 & e_1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & e_1 \\ e_1 & 0 & e_2 & e_1 \\ 0 & e_1 & -e_1 & e_3 \end{array} \qquad 25.$$

4. gibt, da die Permutation $e_2\,e_3$ und $e_4\,e_5$ erlaubt ist, je nachdem 24 und 35 beide $\neq 0$ sind oder eines $= 0$ ist:

$$\begin{array}{cccc} 0 & 0 & e_1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & e_1 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & e_3 & 0 \end{array} \quad 26. \qquad \begin{array}{cccc} 0 & 0 & e_1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & e_1 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & e_3 & e_1 \end{array} \quad 27.$$

und

$$\begin{array}{cccc} 0 & 0 & e_1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & e_1 & 0 & e_2 \\ e_1 & 0 & e_3 & 0 \end{array} \quad 28.$$

Endlich gibt 5., da man durch $\bar{e}_4 = e_4 + x\,e_2$, $a_{11} = 0$, durch $\bar{e}_5 = e_5 + x\,e_3$ $a_{12} = a_{21}$ machen kann und dann $a_{22} =$ oder $\neq 0$ zwei verschiedene Fälle gibt:

$$\begin{array}{cccc} 0 & 0 & e_1 & -2\,e_1 \\ 0 & 0 & e_1 & -2\,e_1 \\ e_1 & -e_1 & e_2 & -e_2 + e_3 \\ 2\,e_1 & -2\,e_1 & e_2 + e_3 & 0 \end{array} \quad 29. \qquad \begin{array}{cccc} 0 & 0 & e_1 & -2\,e_1 \\ 0 & 0 & e_1 & -2\,e_1 \\ e_1 & -e_1 & e_2 & -e_2 + e_3 \\ 2\,e_1 & -2\,e_1 & e_2 + e_3 & e_1 \end{array} \quad 30.$$

Ich habe diese Systeme mit den Starkeweather'schen verglichen und die Übereinstimmung war vollständig. Die Arbeit war, obschon nicht schwer, weil durch meine Sätze und durch meine Normalform die Gleichheit der Systeme klar hervortritt, doch ziemlich lang und ich werde nur die Resultate hier wiedergeben. Die Zahlen auf der rechten Seite der Gleichungen sind die progressive Zahlen der Starkeweather'schen Systeme, links kommen die Zahlen, die ich nach jedem System hinzugefügt habe.

$1 = 1$
$2 = 6$
$3 = 8$
$4 = 11$ für $\lambda = \frac{1}{0}$, $= 15$
$5 = 2$
$6 = 7$
$7 = 9$
$8 = 13$ für $\lambda = \frac{1}{0}$, $= 16$
$9 = 3$
$10 = 10$
$11 = 12$
$12 = 14$
$13 = 18$
$14 = 24$

$15 = 25$
$16 = 26$
$17 = 17$
19 (für $\lambda \neq 1$) und $23 = 33$; $\lambda = \frac{m+1}{m-3}$
19 (für $\lambda = 1$) $= 4$
$20 = 27$
$21 = 23$ für das zweite Zeichen
$22 = 32$, 22 reziprok $= 31$
$24 = 5$
$25 = 28$
$26 = 22$
$27 = 21$
$28 = 20$
$29 = 30$
$30 = 29$

Die Systeme von der Ordnung 5 und 6 haben Ordnung und Grad gleich und sie wurden schon allgemein von Scheffers und Study behandelt. Im ganzen haben wir 5 Systeme.

Jetzt gehe ich zu den Systemen mit mehreren idempotenten Einheiten über.

§ 3. Systeme mit mehr als einer idempotenten Einheit.

Diese Systeme wurden vom Herrn Hawkes (Math. Ann., Bd. 58, p. 361) erledigt; die Theoreme, die er benützt, enthalten aber ein Versehen und zwei seiner Systeme sind überflüssig.

Bei Theorem VI, p. 369, ist zuerst nicht bewiesen, daß die verkürzten Transformationsgleichungen wirklich Gleichungen zwischen $n-1$ Einheiten sind, zweitens: daß sie eine lineare Transformation bilden— daß die Determinante nicht verschwindet — drittens: daß, wenn auch die beiden ersten Bedingungen zutreffen, die verkürzte Transformation die zwei verkürzten Systeme wirklich ineinander überführt. Alle diese drei Punkte erfordern einen separaten Beweis.

Zur Berichtigung dieses Theorems muß man einige Einschränkungen in seiner Gültigkeit vornehmen. Zuerst muß man beachten, daß die beiden verkürzten Systeme assoziativ seien. Das geschieht gewiß, wenn man nur Einheiten wegläßt, die nullfaktorial sind in bezug auf alle nicht idempotenten Einheiten, oder wenn man um eine ganze Gruppe einer idempotenten Einheit verkürzt (vergl. Satz V, p. 369). Handelt es sich um eine Gruppe IV, so kann man entweder die ganze Gruppe, die alle anderen idempotenten Einheiten enthält, weglassen oder auch eine oder mehrere von diesen idempotenten Einheiten behalten. In der Tat kommen diese Einheiten in der Produktentafel nur in ihren Quadraten vor, sie haben also keinen Einfluß auf die Produktbildung der anderen Einheiten. Die in dieser Weise verkürzten Systeme brauchen nicht irreduzibel zu sein, sie besitzen aber, wenn alle idempotenten Einheiten erhalten bleiben, einen Modul (Hawkes, Trans. of the Am. Math. Soc., Bd. III, Theorem VI, u. ff. Bemerkungen). Siehe auch für fernere Bemerkungen den Nachtrag.

Es müssen weiter, damit die verkürzte Transformation notwendig eine nicht verschwindende Determinante habe, alle unabhängigen Zahlen, die eine charakteristische Eigenschaft haben, weggelassen werden. Nur wenn eine Einheit einzig ist, darf man sie allein weglassen. Eine idempotente Einheit ist gewiß einzig, wenn sie eine für sie allein charakteristische Gruppenverteilung der anderen Einheit besitzt. Sonst kann man sie aber nicht allein weglassen, es müssen zugleich alle idempotenten Einheiten mit derselben charakteristischen Eigenschaft gestrichen werden. So auch wenn eine Gruppe in bezug auf eine Einheit weggelassen wird. Ist die idempotente Einheit einzig, so ist es für eine nullpotente Einheit charakteristisch, in eine Gruppe in bezug auf sie zu fallen; ist aber die idempotente Einheit nicht einzig, hat sie aber eine charakteristische Eigenschaft mit k und nur k solchen Einheiten gemein, so muß man, wenn man zum Beispiel die Gruppe I in bezug auf eine dieser Einheiten wegläßt, zugleich die Gruppe I in bezug auf allen anderen $k-1$ Einheiten weglassen. Dasselbe gilt für die nullfaktorialen Einheiten: läßt man eine in bezug auf allen nicht idempotenten Einheiten nullfaktoriale Einheiten weg, so muß man alle anderen weglassen. In den beiden Hawkes'schen Fällen 5_4 und 6_4 ist die erste Einheit nicht einzig, weil e_1 und e_2 nicht einzig sind, man darf also nur e_1 und e_2 zusammen, nicht e_1 allein weglassen. In der Tat geht $6_4.2$ in $6_4.3$ über durch: $\bar{e}_1 = e_2$, $\bar{e}_2 = e_1$, $\bar{e}_3 = e_4$, $\bar{e}_4 = e_3$, $\bar{e}_5 = e_6$, $\bar{e}_6 = e_5$ und $5_4.2$ in das zu $5_4.3$ reziproke System durch: $\bar{e}_1 = e_1$, $\bar{e}_2 = e_2$, $\bar{e}_3 = e_4$, $\bar{e}_4 = e_3$, $\bar{e}_5 = e_6$, $\bar{e}_6 = e_5$. Handelt es sich um eine Gruppe IV, so kann man nur die nullpotenten Einheiten dieser Gruppe weglassen, weil in der Scheffers'schen Form das Nullpotentsein eine charakteristische Eigenschaft ist.

Endlich muß die verkürzte Transformation die beiden verkürzten Systeme ineinander überführen. Dies trifft gewiß zu, wenn man nur nullfaktoriale Einheiten wegläßt, weil diese auf die Produkte keinen Einfluß haben; es trifft auch zu, wenn eine ganze Gruppe in bezug auf eine Einheit weggelassen wird, weil diese Eigenschaft charakteristisch und additiv ist; es kann also eine transformierte Einheit nur aus Einheiten derselben Art bestehen. Werden alle idempotenten Einheiten, die eine bestimmte charakteristische Eigenschaft haben, weggelassen, so sind die verkürzten Systeme auch gleich, weil diese nur eine Permutation unter sich erlauben. Es ist also der obere Satz nur für diese Fälle sicher richtig.

Aber die ganze Methode ist nicht so einfach, wie sie p. 370 dargestellt wird. Denn nehmen wir auch an, daß nach dem berichtigten Theorem VI es möglich sei, e_1 und e_r wegzulassen — sonst müssen wir zugleich mehrere Einheiten weglassen — und verkürzen wir das System um e_1, dann bekommen wir ein System, wo überall e_1 mit irgendeinem Parameter vorkommen kann. Nun verkürzen wir um e_r; da bekommen wir ein System in $n-1$ Einheiten, aber nicht alle Systeme in $n-1$ Einheiten werden sich in diese Form bringen lassen, es sind also nicht alle Systeme in $n-1$ Einheiten wie beim ersten Schritte als Untersysteme anwendbar und schon diese Unterscheidung gibt bei größerer Anzahl von Einheiten eine erhebliche Mühe und es läßt sich dafür keine allgemeine Regel geben: man muß alle Systeme versuchen. Zweitens kommen in den Multiplikationstafeln von e_r nicht die neuen, sondern die alten $e_1, e_2 \ldots e_{r-1}$ vor und, um sie auf die neuen zu reduzieren, ist man gezwungen, die Parameter der linearen Transformation einzuführen; um Parameter wegzuschaffen, führt man also neue ein. Die Methode ist also nur für eine kleine Anzahl von Einheiten brauchbar, wo nur eine Verkürzung nötig ist, oder auch bei mehreren Verkürzungen, wenn die Untersysteme sich sehr einfach gestalten, und die Überführungstransformationen übersichtlich und leicht zu finden sind.

Für die Auffindung der charakteristischen Gleichungen der Hawkes'schen Systeme wende ich die Methode der Verkürzung um die erste Einheit an (Scheffers, M. A., Bd. 39, p. 314 bis 316). Die erste Einheit war schief bei allen Systemen mit Ausnahme von: 2_3, 4_4, 6_4; aber für $2_3.2$, $4_4.3$, $4_4.4$, $6_4.4$ kann man eine andere schiefe Einheit als erste Einheit nehmen. Für den Fall $2_3.1$ erhält man nach Verkürzung um die erste gerade Einheit die zwei Möglichkeiten:

$$(x-x_4\,\varepsilon)^2\,(x-x_5\,\varepsilon)\,(x-x_6\,\varepsilon_6) \quad \text{oder} \quad (x-x_4\,\varepsilon)\,(x-x_5\,\varepsilon)\,(x-x_6\,\varepsilon);$$

wählen wir aber x_2 gleich 0, so bekommen wir genau die Zahlen des reduziblen Systems, das aus IV_2 und der Einheit e_6 besteht, und dieses hat wenigstens eine Zahl für die die zweite Gleichung nicht Null wird. Man muß sich also für die erste entschließen. Analog habe ich die anderen Fälle, ausgenommen $4_4.2$, erledigt. Für diesen letzten Fall bekomme ich entweder

$$(x-x_5\,\varepsilon)^3\,(x-x_6\,\varepsilon) \quad \text{oder} \quad (x-x_5\,\varepsilon)^2\,(x-x_6\,\varepsilon);$$

wähle ich in diesen Ausdrücken x_2 gleich 0, so verändere ich sie nicht, denn die einzigen Produkte mit e_2, die nicht verschwinden, sind die, die nur einen Faktor e_2 und sonst nur Faktoren e_5 enthalten, und kein Produkt hat mehr als einen Faktor e_5. Es kann also x_2 ohne Veränderung der charakteristischen Gleichung gleich 0 vorausgesetzt werden und, da V_{12} die zweite charakteristische Gleichung hat, so hat sie auch unser System.

Eine Äquivalenz des Systems mit seinem reziproken kann man sofort ersehen aus den Gruppentafeln p. 371 und 373. Nur in den Fällen 2_3, 8_3, 9_3; 5_4, 6_4, 9_4, 10_4, 11_4 ist nach Vertauschung von III mit II die Überführung des Systems in sich selbst möglich und in der Tat ist sie auch ausführbar, ausgenommen für den Fall $5_4.2$ ($5_4.3$ und $6_4.2$ sind gestrichen worden).

Endlich möchte ich diese Gelegenheit benützen, um zu bemerken, daß die Scheffers'schen Systeme V_{15} nicht in ihre reziproken überführbar sind und noch weniger durch die angegebenen Transformationen; ein System mit dem Parameter λ ist gleich dem reziproken mit dem Parameter $\frac{1}{\lambda}$; der Fall $\lambda = 0$ ist ausgezeichnet, weil kein reziproker in ihn überführbar ist, wenn man nicht irgendwie Systeme mit Parameter $\frac{1}{0}$ definieren will, wie schon geschehen ist.

Noch scheint mir der Beweis von der Einteilung der Einheiten in Gruppen (p. 365) nicht genügend zu sein. Die Einheiten $e_5, e_6 \ldots.$ brauchen nicht in diese Gruppen von selbst zu fallen; es ist auch möglich, daß sie sich wie die anderen Zahlen in vier verschiedene Zahlen teilen, von denen jede einer Gruppe gehört. Der strenge Beweis von der Möglichkeit, die Einheiten so zu wählen, daß sie in eine Gruppe fallen, ist der Peirce-Hawkes'sche (Trans. of the Am. Math. Soc., Bd. III, Einleitung und Satz I). S. Nachtrag.

Tabelle der irreduziblen Zahlensysteme in sechs Einheiten mit assoziativer Multiplikation und mit einem Modul.

Anmerkung: Wenn zwei Systeme derselben Tafel gleich sind, wird es unten ausdrücklich bemerkt; so auch, wenn ein System mit dem reziproken äquivalent ist, und zwar für gleiche Werte der Parameter ist nur das Wort »rec.« hinzugefügt; sonst folgt zu »rec.« die Parameterveränderung, für welche das System gleich dem reziproken wird. Die Parameter der Produkte $e_i\, e_k$, $i \neq k$ können — wenn nicht ausdrücklich bemerkt — auch die Werte 0 und $\frac{1}{0}$ annehmen. Für diese Werte gilt die schon gegebene Definition und folgende Rechnungsregel: $1:0 = \frac{1}{0}$, $1:\frac{1}{0} = 0$; $a \pm 0 = a \pm \frac{1}{0} = a$; $a:0 = a:\frac{1}{0} = a$; wo a ein Parameter ist. Abweichungen von diesen Regeln werden ausdrücklich bemerkt.

Die charakteristische Gleichung wird nur bei den Hawkers'schen Systemen unten geschrieben. Bei den anderen ist sie immer $(x - x_6\, e_6)^d = 0$, wo d der Grad ist. Wo Grad und Ordnung übereinstimmen, wird es nicht notiert.

ε ist eine dritte Einheitswurzel.

A. Systeme mit einer idempotenten Einheit.

I. Ordnung 2.

VI_1	0	0	0	0	0	e_1
	0	0	0	0	0	e_2
	0	0	0	0	0	e_3
	0	0	0	0	0	e_4
	0	0	0	0	0	e_5
	e_1	e_2	e_3	e_4	e_5	e_6

rec.

II Ordnung 3.

a) 3 Einheiten kommen nicht vor.

VI_2	0	0	0	0	0	e_1
	0	0	0	0	0	e_2
	0	0	0	0	0	e_3
	0	0	0	0	0	e_4
	0	0	0	0	e_1	e_5
	e_1	e_2	e_3	e_4	e_5	e_6

rec.

b) 2 Einheiten kommen nicht vor.

VI_3	0	0	0	0	0	e_1
	0	0	0	0	0	e_2
	0	0	0	0	0	e_3
	0	0	0	0	e_1	e_4
	0	0	0	λe_1	0	e_5
	e_1	e_2	e_3	e_4	e_5	e_6

rec. $\lambda' = \frac{1}{\lambda}$

für $\lambda = -1 \quad d = 2$.

VI_4	0	0	0	0	0	e_1
	0	0	0	0	0	e_2
	0	0	0	0	0	e_3
	0	0	0	0	e_1	e_4
	0	0	0	$-e_1$	e_1	e_5
	e_1	e_2	e_3	e_4	e_5	e_6

rec.

c) 1 Einheit kommt nicht vor.

1. g_0 mit 2 Einheiten

$$\mathrm{VI}_5\quad\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & e_1 & 0 & 0 & e_3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 & e_4 \\ 0 & 0 & 0 & \lambda e_1 & 0 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array}$$

rec. $\lambda' = \frac{1}{\lambda}$

$$\mathrm{VI}_6\quad\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & e_1 & 0 & 0 & e_3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 & e_4 \\ 0 & 0 & 0 & -e_1 & e_1 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array}$$

rec.

$$\mathrm{VI}_7\quad\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & 0 & e_1 & 0 & e_3 \\ 0 & 0 & e_1 & 0 & e_1 & e_4 \\ 0 & 0 & 0 & -e_1 & 0 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array}$$

rec.

$$\mathrm{VI}_8\quad\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & 0 & e_1 & 0 & e_3 \\ 0 & 0 & e_1 & 0 & e_1 & e_4 \\ 0 & 0 & 0 & -e_1 & e_1 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array}$$

rec.

2. g_0 mit 3 Einh.

$$\mathrm{VI}_9\quad\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 & e_4 \\ 0 & 0 & 0 & \lambda e_1 & e_2 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array}$$

rec. $\lambda' = \frac{1}{\lambda}$

$$\mathrm{VI}_{10}\quad\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_3 \\ 0 & 0 & 0 & e_1 & e_1 & e_4 \\ 0 & 0 & 0 & -e_1 & e_2 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array}$$

rec.

$$\mathrm{VI}_{11}\quad\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_3 \\ 0 & 0 & 0 & e_1 & 0 & e_4 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array}$$

rec.

$$\mathrm{VI}_{12}\quad\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 & e_4 \\ 0 & 0 & 0 & e_2 & 0 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array}$$

rec.

$$\mathrm{VI}_{13}\quad\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_3 \\ 0 & 0 & 0 & e_1 & e_2+e_1 & e_4 \\ 0 & 0 & 0 & e_2-e_1 & \lambda e_1 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array}$$

rec.

d) Alle Einheiten kommen vor.

1. g_0 mit 1 Einheit, g_1 mit 4 Einheiten.

$$\mathrm{VI}_{14}\quad\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & e_1 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & \lambda_1 e_1 & 0 & 0 & 0 & e_3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 & e_4 \\ 0 & 0 & 0 & \lambda_2 e_1 & 0 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array}$$

λ'_1, λ'_2 eine der Variationen aus den zwei Gruppen $\lambda_1, \frac{1}{\lambda_1} \Big| \lambda_2, \frac{1}{\lambda_2}$ rec.

für $\lambda_1 = \lambda_2 = -1$, $d = 2$.

$$\mathrm{VI}_{15}\quad\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & e_1 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & \lambda e_1 & 0 & e_1 & 0 & e_3 \\ 0 & 0 & e_1 & 0 & e_1 & e_4 \\ 0 & 0 & 0 & \lambda e_1 & 0 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array} \qquad \lambda \neq 1$$

$\lambda' = \frac{1}{\lambda}$

rec.

VI_{16}

0	0	0	0	0	e_1
0	0	e_1	0	0	e_2
0	λe_1	0	0	0	e_3
0	0	0	0	e_1	e_4
0	0	0	$-e_1$	e_1	e_5
e_1	e_2	e_3	e_4	e_5	e_6

$\lambda' = \frac{1}{\lambda}$ rec.

VI_{17}

0	0	0	0	0	e_1
0	0	e_1	0	0	e_2
0	$-e_1$	0	e_1	0	e_3
0	0	e_1	0	e_1	e_4
0	0	0	e_1	0	e_5
e_1	e_2	e_3	e_4	e_5	e_6

rec.

VI_{18}

0	0	0	0	0	e_1
0	0	e_1	0	0	e_2
0	$-e_1$	0	e_1	0	e_3
0	0	e_1	0	e_1	e_4
0	0	0	$-e_1$	e_1	e_5
e_1	e_2	e_3	e_4	e_5	e_6

rec.

VI_{19}

0	0	0	0	0	e_1
0	0	0	e_1	0	e_2
0	0	e_1	0	0	e_3
0	e_1	0	0	e_1	e_4
0	0	0	$-e_1$	0	e_5
e_1	e_2	e_3	e_4	e_5	e_6

rec.

VI_{20}

0	0	0	0	0	e_1
0	0	0	e_1	0	e_2
0	0	e_1	0	0	e_3
0	e_1	0	0	e_1	e_4
0	0	0	$-e_1$	e_1	e_5
e_1	e_2	e_3	e_4	e_5	e_6

rec.

2. g_0 mit 2 Einheiten, g_1 mit 3 Einheiten.

I. commutative Systeme.

VI_{21}

0	0	0	0	0	e_1
0	0	0	0	0	e_2
0	0	0	e_1	0	e_3
0	0	e_1	0	e_2	e_4
0	0	0	e_2	e_1	e_5
e_1	e_2	e_3	e_4	e_5	e_6

rec.

VI_{22}

0	0	0	0	0	e_1
0	0	0	0	0	e_2
0	0	0	0	e_1	e_3
0	0	0	e_1	0	e_4
0	0	e_1	0	e_2	e_5
e_1	e_2	e_3	e_4	e_5	e_6

rec.

VI_{23}

0	0	0	0	0	e_1
0	0	0	0	0	e_2
0	0	e_1	0	0	e_3
0	0	0	e_1	0	e_4
0	0	0	0	e_2	e_5
e_1	e_2	e_3	e_4	e_5	e_6

rec.

VI_{24}

0	0	0	0	0	e_1
0	0	0	0	0	e_2
0	0	0	0	e_1	e_3
0	0	0	0	e_2	e_4
0	0	e_1	e_2	0	e_5
e_1	e_2	e_3	e_4	e_5	e_6

rec.

VI_{25}

0	0	0	0	0	e_1
0	0	0	0	0	e_2
0	0	0	0	e_2	e_3
0	0	0	e_1	0	e_4
0	0	e_2	0	e_1	e_5
e_1	e_2	e_3	e_4	e_5	e_6

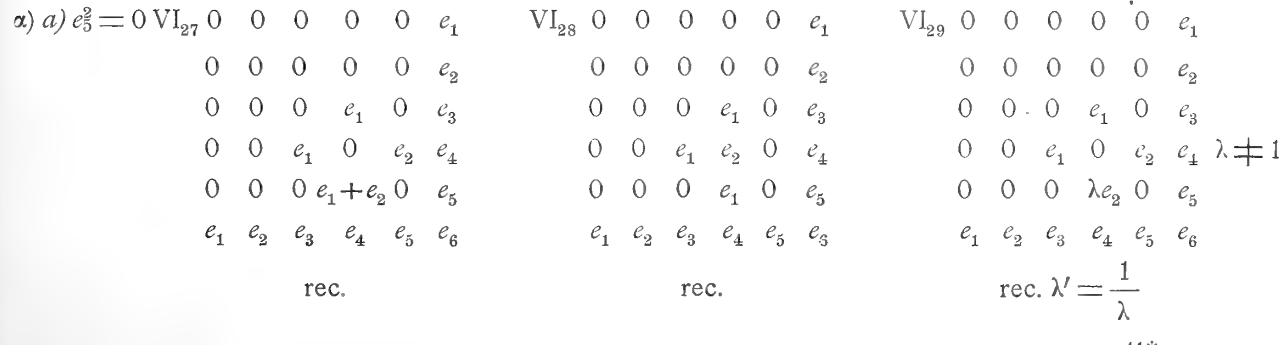
rec.

VI_{26}

0	0	0	0	0	e_1
0	0	0	0	0	e_2
0	0	e_1	0	0	e_3
0	0	0	e_2	0	e_4
0	0	0	0	e_1+e_2	e_5
e_1	e_2	e_3	e_4	e_5	e_6

rec.

II. Nicht kommutative Systeme mit einer kommutativen Einheit.



α) *a*) $e_5^2 = 0$ VI_{27}

0	0	0	0	0	e_1
0	0	0	0	0	e_2
0	0	0	e_1	0	e_3
0	0	e_1	0	e_2	e_4
0	0	0	e_1+e_2	0	e_5
e_1	e_2	e_3	e_4	e_5	e_6

rec.

VI_{28}

0	0	0	0	0	e_1
0	0	0	0	0	e_2
0	0	0	e_1	0	e_3
0	0	e_1	e_2	0	e_4
0	0	0	e_1	0	e_5
e_1	e_2	e_3	e_4	e_5	e_3

rec.

VI_{29}

0	0	0	0	0	e_1
0	0	0	0	0	e_2
0	0	0	e_1	0	e_3
0	0	e_1	0	e_2	e_4 $\lambda \neq 1$
0	0	0	λe_2	0	e_5
e_1	e_2	e_3	e_4	e_5	e_6

rec. $\lambda' = \frac{1}{\lambda}$

$$\mathrm{VI}_{30}\quad\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & 0 & e_1 & 0 & e_3 \\ 0 & 0 & e_1 & e_2 & e_2 & e_4 \\ 0 & 0 & 0 & -e_2 & 0 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array}$$

rec.

b) $e_5^2 = e_1$

$$\mathrm{VI}_{31}\quad\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & 0 & e_1 & 0 & e_3 \\ 0 & 0 & e_1 & 0 & e_2 & e_4 \\ 0 & 0 & 0 & e_1+e_2 & e_1 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array}$$

rec.

$$\mathrm{VI}_{32}\quad\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & 0 & e_1 & 0 & e_3 \\ 0 & 0 & e_1 & e_2 & 0 & e_4 \\ 0 & 0 & 0 & e_1 & e_1 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array}$$

rec.

$$\mathrm{VI}_{33}\quad\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & 0 & e_1 & 0 & e_3 \\ 0 & 0 & e_1 & 0 & e_2 & e_4 \\ 0 & 0 & 0 & \lambda e_2 & e_1 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array}\quad \lambda \neq 1$$

rec. $\lambda' = \frac{1}{\lambda}$

$$\mathrm{VI}_{34}\quad\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & 0 & e_1 & 0 & e_3 \\ 0 & 0 & e_1 & e_2 & e_2 & e_4 \\ 0 & 0 & 0 & -e_2 & e_1 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array}$$

rec.

c) $e_5^2 = e_2$

$$\mathrm{VI}_{35}\quad\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & 0 & e_1 & 0 & e_3 \\ 0 & 0 & e_1 & e_2 & 0 & e_4 \\ 0 & 0 & 0 & e_1 & e_2 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array}$$

rec.

$$\mathrm{VI}_{36}\quad\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & 0 & e_1 & 0 & e_3 \\ 0 & 0 & e_1 & e_2 & 0 & e_4 \\ 0 & 0 & 0 & e_1 & e_2 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array}$$

rec.

$$\mathrm{VI}_{37}\quad\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & 0 & e_1 & 0 & e_3 \\ 0 & 0 & e_1 & 0 & e_2 & e_4 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array}$$

rec.

$$\mathrm{VI}_{38}\quad\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & 0 & e_1 & 0 & e_3 \\ 0 & 0 & e_1 & e_2 & e_2 & e_4 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array}$$

rec.

$$\mathrm{VI}_{39}\quad\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & 0 & e_1 & 0 & e_3 \\ 0 & 0 & e_1 & \lambda e_2 & e_2 & e_4 \\ 0 & 0 & 0 & e_1 & e_2 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array}$$

rec.

β) *a)* Untersystem $\begin{array}{cc} 0 & e_1 \\ \lambda e_1 & e_2 \end{array}$

$$\mathrm{VI}_{40}\quad\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & e_1 & 0 & 0 & e_3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 & e_4 \\ 0 & 0 & 0 & \lambda e_1 & e_2 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array}\quad \lambda \neq 1$$

rec. $\lambda' = \frac{1}{\lambda}$

$$\mathrm{VI}_{41}\quad\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & e_2 & 0 & 0 & e_3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 & e_4 \\ 0 & 0 & 0 & \lambda e_1 & e_2 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array}\quad \lambda \neq 1$$

rec. $\lambda' = \frac{1}{\lambda}$

$$\mathrm{VI}_{42}\quad\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & e_1+e_2 & 0 & 0 & e_3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 & e_4 \\ 0 & 0 & 0 & -e_1 & e_2 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array}$$

rec.

b) Untersyst.: $\begin{matrix} e_1 & e_1 \\ -e_1 & e_2 \end{matrix}$

VI_{43}	0	0	0	0	0	e_1
	0	0	0	0	0	e_2
	0	0	e_1	0	0	e_3
	0	0	0	e_1	e_1	e_4
	0	0	0	$-e_1$	e_2	e_5
	e_1	e_2	e_3	e_4	e_5	e_6

rec.

VI_{44}	0	0	0	0	0	e_1
	0	0	0	0	0	e_2
	0	0	$e_1 + \lambda e_1$	0	0	e_3
	0	0	0	e_1	e_1	e_4
	0	0	0	$-e_1$	e_2	e_5
	e_1	e_2	e_3	e_4	e_5	e_6

rec.

c) Untersystem $\begin{matrix} 0 & e_1 \\ e_2 & 0_1 \end{matrix}$

VI_{45}	0	0	0	0	0	e_1
	0	0	0	0	0	e_2
	0	0	e_1	0	0	e_3
	0	0	0	0	e_1	e_4
	0	0	0	e_2	0	e_5
	e_1	e_2	e_3	e_4	e_5	e_6

rec.

VI_{46}	0	0	0	0	0	e_1
	0	0	0	0	0	e_2
	0	0	$e_1 + e_2$	0	0	e_3
	0	0	0	0	e_1	e_4
	0	0	0	e_2	0	e_5
	e_1	e_2	e_3	e_4	e_5	e_6

rec.

d) Untersystem $\begin{matrix} e_1 & e_2 - e_1 \\ e_2 + e_1 & \lambda e_1 \end{matrix}$

VI_{47}	0	0	0	0	0	e_1
	0	0	0	0	0	e_2
	0	0	e_1	0	0	e_3
	0	0	0	e_1	$e_2 - e_1$	e_4
	0	0	0	$e_2 + e_1$	λe_1	e_5
	e_1	e_2	e_3	e_4	e_5	e_6

rec.

VI_{48}	0	0	0	0	0	e_1
	0	0	0	0	0	e_2
	0	0	$e_2 + \lambda_1 e_1$	0	0	e_3
	0	0	0	e_1	$e_2 - e_1$	e_4
	0	0	0	$e_2 + e_1$	$\lambda_2 e_1$	e_5
	e_1	e_2	e_3	e_4	e_5	e_6

rec. $\lambda'_1 = \pm \lambda_1$

γ) *a)* $e_5^2 = 0$

VI_{49}	0	0	0	0	0	e_1
	0	0	0	0	0	e_2
	0	0	0	e_1	e_2	e_3
	0	0	e_1	e_2	e_2	e_4
	0	0	e_2	$-e_2$	0	e_5
	e_1	e_2	e_3	e_4	e_5	e_6

rec.

VI_{50}	0	0	0	0	0	e_1
	0	0	0	0	0	e_2
	0	0	0	e_1	e_2	e_3
	0	0	e_1	0	e_2	e_4
	0	0	e_2	λ_2	0	e_5 $\lambda \neq 1$
	e_1	e_2	e_3	e_4	e_5	e_6

rec. $\lambda' = \frac{1}{\lambda}$

b) $e^{-2}_{5} = e_2$

VI_{51}	0	0	0	0	0	e_1
	0	0	0	0	0	e_2
	0	0	0	e_1	e_2	e_3
	0	0	e_1	0	e_2	e_4
	0	0	e_2	$-e_2$	e_2	e_5
	e_1	e_2	e_3	e_4	e_5	e_6

rec.

c) $e_5^2 = e_1$

VI_{52}	0	0	0	0	0	e_1
	0	0	0	0	0	e_2
	0	0	0	e_1	e_2	e_3
	0	0	e_1	$\lambda_1 e_2$	e_2	e_4 $\lambda_2 \neq 1$
	0	0	e_2	$\lambda_2 e_2$	e_1	e_5
	e_1	e_2	e_3	e_4	e_5	e_6

$\lambda'_1 = -\lambda_1$

rec. $\lambda'_2 = \frac{1}{\lambda_2}$, $\lambda'_1 = \frac{\lambda_1}{\lambda_2^{3/2}}$

δ) *a)* $e_5^2 = e_2$

$$VI_{53} \quad \begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & e_1 & e_2 & 0 & e_3 \\ 0 & 0 & e_2 & \lambda_1 e_1 + \lambda_2 e_2 & \lambda_3 e_1 & e_4 \\ 0 & 0 & 0 & \lambda_4 e_1 + e_2 & e_2 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array}$$

rec. $\lambda_1' = \lambda_1 - \lambda_3 - \lambda_4, \lambda_2' = \lambda_2, \lambda_3' = -\lambda_4, \lambda_4' = -\lambda_3$

$$VI_{54} \quad \begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & e_1 & e_2 & 0 & e_3 \\ 0 & 0 & e_2 & \lambda_1 e_1 + \lambda_2 e_2 & e_1 & e_4 \\ 0 & 0 & 0 & \lambda_3 e_1 & e_2 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array} \quad \lambda_3 \mp 1$$

$\lambda_1' = \varepsilon \lambda_1, \lambda_2' = \varepsilon^2 \lambda_2$

rec. $\lambda_3' = \frac{1}{\lambda_3}, \lambda_1' = \frac{\lambda_1}{\lambda_3^{3/2}}, \lambda_2' = \frac{\lambda_2}{\lambda_3^{2/3}}$

b) $e_5^2 = e_1$

$$VI_{55} \quad \begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & e_1 & e_2 & 0 & e_3 \\ 0 & 0 & e_2 & \lambda_1 e_1 & \lambda_2 e_2 & e_4 \\ 0 & 0 & 0 & e_1 + \lambda_2 e_2 & e_1 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array} \quad \lambda_2 \mp \pm i$$

$\lambda_2' = -\lambda_2$

rec.

$$VI_{56} \quad \begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & e_1 & e_2 & 0 & e_3 \\ 0 & 0 & e_2 & 0 & e_1 + i e_2 & e_4 \\ 0 & 0 & 0 & \lambda e_1 + i e_2 & e_1 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array} \quad \lambda \mp -1$$

rec. $\lambda' = \frac{1}{\lambda}$

$$VI_{57} \quad \begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & e_1 & e_2 & 0 & e_3 \\ 0 & 0 & e_2 & \lambda e_1 & e_1 + i e_2 & e_4 \\ 0 & 0 & 0 & -e_1 + i e_2 & e_1 & e_5 \\ e_7 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array}$$

rec.

$$VI_{58} \quad \begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & e_1 & e_2 & 0 & e_3 \\ 0 & 0 & e_2 & \lambda_1 e_1 + e_2 & \lambda_2 e_2 & e_4 \\ 0 & 0 & 0 & \lambda_3 e_2 & e_1 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array} \quad \lambda_2 \mp \lambda_3$$

$\lambda_2' = -\lambda_2, \lambda_3' = -\lambda_3$

rec. $\lambda_3' = \lambda_2, \lambda_2' = \lambda_3$

$$VI_{59} \quad \begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & e_1 & e_2 & 0 & e_3 \\ 0 & 0 & e_2 & e_1 & \lambda_2 e_2 & e_4 \\ 0 & 0 & 0 & \lambda_1 e_2 & e_1 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array} \quad \lambda_2 \mp \lambda_1$$

$\lambda_2' = -\lambda_2, \lambda_1' = -\lambda_1$

rec. $\lambda_1' = \lambda_2, \lambda_2' = \lambda_1$

$$VI_{60} \quad \begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & e_1 & e_2 & 0 & e_3 \\ 0 & 0 & e_2 & 0 & \lambda_1 e_2 & e_4 \\ 0 & 0 & 0 & \lambda_2 e_2 & e_1 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array} \quad \lambda_2 \mp \lambda_1$$

$\lambda_2' = -\lambda_2, \lambda_1' = -\lambda_1$

rec. $\lambda_1' = \lambda_2, \lambda_2' = \lambda_1$

c) $e_5^2 = 0$

$$VI_{61} \quad \begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & e_1 & e_2 & 0 & e_3 \\ 0 & 0 & e_2 & e_1 & -e_1 & e_4 \\ 0 & 0 & 0 & e_1 & 0 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array}$$

rec.

$$VI_{62} \quad \begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & e_1 & e_2 & 0 & e_3 \\ 0 & 0 & e_2 & 0 & e_1 & e_4 \\ 0 & 0 & 0 & \lambda e_1 & 0 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array} \quad \lambda \mp 1$$

rec. $\lambda' = \frac{1}{\lambda}$

$$VI_{63} \quad \begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & e_1 & e_2 & 0 & e_3 \\ 0 & 0 & e_2 & 0 & e_1 + e_2 & e_4 \\ 0 & 0 & 0 & \lambda e_1 + e_2 & 0 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array} \quad \lambda \mp 1$$

rec. $\lambda' = \frac{1}{\lambda}$

$$\mathrm{VI}_{64}\quad \begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & e_1 & e_2 & 0 & e_3 \\ 0 & 0 & e_2 & 0 & e_2 & e_4 \\ 0 & 0 & 0 & \lambda e_2 & 0 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array} \quad \lambda \neq 1$$

$$\text{rec. } \lambda' = \frac{1}{\lambda}$$

$$\mathrm{VI}_{65}\quad \begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & e_1 & e_2 & 0 & e_3 \\ 0 & 0 & e_2 & e_1 & e_2 & e_4 \\ 0 & 0 & 0 & \lambda e_2 & 0 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array} \quad \lambda \neq 1$$

$$\text{rec. } \lambda' = \frac{1}{\lambda}$$

$$\mathrm{VI}_{66}\quad \begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & e_1 & e_2 & 0 & e_3 \\ 0 & 0 & e_2 & e_2 & e_2 & e_4 \\ 0 & 0 & 0 & -e_2 & 0 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array}$$

rec.

$$\mathrm{VI}_{67}\quad \begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & e_1 & e_2 & 0 & e_3 \\ 0 & 0 & e_2 & e_1+\lambda e_2 & e_2 & e_4 \\ 0 & 0 & 0 & -e_2 & 0 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array}$$

$$\lambda' = -\lambda$$

rec.

$$\mathrm{VI}_{68}\quad \begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & e_1 & e_2 & 0 & e_3 \\ 0 & 0 & e_2 & \lambda_1 e_2 & e_2+e_1 & e_4 \\ 0 & 0 & 0 & \lambda_2 e_2+e_1 & 0 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array} \quad \lambda_2 \neq 1$$

$$\text{rec. } \lambda_2' = \frac{1}{\lambda_2},\ \lambda_1' = \frac{\lambda_1}{\frac{1}{\lambda_2}}$$

III. Systeme ohne kommutative Einheiten.

α) Untersystem $\begin{array}{cc} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{array}$

$$\mathrm{VI}_{69}\quad \begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 & e_3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 & e_4 \\ 0 & 0 & \lambda_1 e_1 & \lambda_2 e_2 & 0 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array} \quad \lambda_1, \lambda_2 \neq 1$$

$$\lambda_1' = \lambda_2,\ \lambda_2' = \lambda_1$$

$$\text{rec. } \lambda_1' = \frac{1}{\lambda_1},\ \lambda_2' = \frac{1}{\lambda_2}$$

$$\text{für } \lambda_1 = \lambda_2 = -1 \quad d = 2.$$

$$\mathrm{VI}_{70}\quad \begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 & e_3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 & e_4 \\ 0 & 0 & c_1 & -e_2 & e_2 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array} \quad \lambda \neq 1$$

$$\text{rec. } \lambda' = \frac{1}{\lambda}$$

$$\mathrm{VI}_{71}\quad \begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 & e_3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e_1+e_2 & e_4 \\ 0 & 0 & \lambda e_2 & \lambda e_1+e_2 & 0 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array} \quad \lambda \neq 1$$

$$\text{rec. } \lambda' = \frac{1}{\lambda}$$

$$\mathrm{VI}_{72}\quad \begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 & e_3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e_2+e_1 & e_4 \\ 0 & 0 & -e_1 & -e_2+e_1 & e_2 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array}$$

rec.

β) Untersystem $\begin{matrix} e_1 & 0 \\ 0 & 0 \end{matrix}$

a) VI_{73}

$$\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & e_1 & 0 & \lambda_1 e_2 & e_3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e_1+e_2 & e_4 \\ 0 & 0 & e_1+\lambda_1 e_2 & e_7+\lambda_2 e_2 & \lambda_3 e_2 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array} \quad \lambda_2 \neq 1$$

rec. $\lambda_2' = \frac{1}{\lambda_2}$, $\lambda_3' = \frac{\lambda_3 - 2\lambda_1}{\lambda_2}$, $\lambda_1 = -\frac{\lambda_1}{\lambda_2}$

VI_{74}

$$\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & e_1 & 0 & e_2 & e_3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 & e_4 \\ 0 & 0 & e_1+e_2 & \lambda_1 e_2 & \lambda_2 e_1 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_5 & e_5 & e_6 \end{array} \quad \lambda_1 \neq 1$$

rec. $\lambda_1' = \frac{1}{\lambda_1}$

VI_{75}

$$\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & e_1 & 0 & 0 & e_3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 & e_4 \\ 0 & 0 & e_1 & \lambda_1 e_2 & \lambda_2 e_1 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array} \quad \lambda_1 \neq 1$$

rec. $\lambda_1' = \frac{1}{\lambda_1}$

VI_{76}

$$\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & e_1 & 0 & e_2 & e_3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 & e_4 \\ 0 & 0 & e_1+e_2 & -e_2 & \lambda_1 e_1+\lambda_2 e_2 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array}$$

rec. $\lambda' = 2 - \lambda_2$

VI_{77}

$$\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & e_1 & 0 & 0 & e_3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 & e_4 \\ 0 & 0 & e_1 & -e_2 & e_2+\lambda_1 e_2 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array}$$

rec.

b) VI_{78}

$$\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & e_1 & 0 & 0 & e_3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e_1+e_2 & e_4 \\ 0 & 0 & e_2 & \lambda_1 e_1+e_2 & \lambda_2 e_1 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array} \quad \lambda_1 \neq 1$$

rec. $\lambda_1' = \frac{\lambda_1}{2\lambda_1 - 1}$, $\lambda_2' = \frac{\lambda_1^2 - \lambda_1\lambda_2 - \lambda_1 - \lambda_2}{2(2\lambda_1 - 1)}$, $\lambda_1 \neq \frac{1}{2}$

VI_{79}

$$\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & e_1 & 0 & e_2 & e_3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 & e_4 \\ 0 & 0 & \lambda_1 e_2 & \lambda_2 e_1 & 0 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array} \quad \lambda_1, \lambda_2 \neq 1$$

rec. $\lambda_1' = \frac{1}{\lambda_1}$, $\lambda_2' = \frac{1}{\lambda_2}$

VI_{80}

$$\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & e_1 & 0 & e_2 & e_3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 & e_4 \\ 0 & 0 & -e_2 & \lambda e_1 & e_2 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array} \quad \lambda_2 \neq \pm 1$$

rec. $\lambda' = \frac{1}{\lambda}$

VI_{81}

$$\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & e_1 & 0 & e_2 & e_3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 & e_4 \\ 0 & 0 & \lambda e_2 - e_1 & e_1 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array} \quad \lambda \neq 1$$

rec. $\lambda' = \frac{1}{\lambda}$

VI_{82}

$$\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & e_1 & 0 & e_2 & e_3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 & e_4 \\ 0 & 0 & \lambda e_2 & \lambda e_1 & e_2 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array} \quad \lambda \neq 1$$

rec. $\lambda' = \frac{1}{\lambda}$

γ) Untersystem $\begin{array}{cc} 0 & e_1 \\ e_1 & 0 \end{array}$

a) VI_{83} $\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & 0 & e_1 & e_2 & e_3 \\ 0 & 0 & e_1 & 0 & e_2 & e_4 \\ 0 & 0 & \lambda_1 e_2 & e_1+e_2 & \lambda_2 e_1+\lambda_3 e_2 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array}$ $\lambda_1 \neq 1$

$$\text{rec. } \lambda'_1 = \frac{1}{\lambda_1},\ \lambda'_2 = \frac{\lambda_2}{\lambda_1},\ \lambda'_3 = \frac{-\lambda_3+\lambda_1+1}{\lambda_1}$$

VI_{84} $\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & 0 & e_1 & e_2 & e_3 \\ 0 & 0 & e_1 & 0 & 0 & e_4 \\ 0 & 0 & \lambda_1 e_2 & e_1 & \lambda_2 e_2+e_1 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array}$ $\lambda_1 \neq 1$

$$\text{rec. } \lambda'_1 = \frac{1}{\lambda_1},\ \lambda'_2 = \frac{-\lambda_2+\lambda_1+1}{\lambda_1}$$

VI_{85} $\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & 0 & e_1 & e_2 & e_3 \\ 0 & 0 & e_1 & 0 & 0 & e_4 \\ 0 & 0 & \lambda_1 e_2 & e_1 & \lambda_2 e_2 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array}$ $\lambda_1 \neq 1$

$$\text{rec. } \lambda'_1 = \frac{1}{\lambda_1},\ \lambda'_2 = \frac{-\lambda_2+\lambda_1+1}{\lambda_1}$$

b) VI_{86} $\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & 0 & e_1+e_2 & e_2 & e_3 \\ 0 & 0 & e_1+e_2 & 0 & e_1 & e_4 \\ 0 & 0 & \lambda_1 e_2 & \lambda_2 e_1 & \lambda_3 e_1+\lambda_4 e_2 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array}$ $\lambda_1, \lambda_2 \neq 1$

$$\lambda'_1 = \lambda_2,\ \lambda'_2 = \lambda_1,\ \lambda'_3 = \lambda_4,\ \lambda'_4 = \lambda_3$$

$$\text{rec. } \lambda'_1 = \frac{1}{\lambda_1},\ \lambda'_2 = \frac{1}{\lambda_2},\ \lambda'_3 = \frac{\lambda_3}{\lambda_1 \lambda_2},\ \lambda'_4 = \frac{\lambda_4}{\lambda_1 \lambda_2}$$

δ) Untersystem $\begin{array}{cc} e_1 & 0 \\ 0 & e_2 \end{array}$

a) VI_{87} $\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & e_1 & 0 & \lambda_2 e_2 & e_3 \\ 0 & 0 & 0 & e_2+\lambda_1 e_1 & e_2+\lambda_3 e_1 & e_4 \\ 0 & 0 & e_1+\lambda_2 e_2 & \lambda_3 e_1 & \lambda_4 e_1+\lambda_5 e_2 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array}$

für $\lambda_1 = 0: \lambda'_2 = -\lambda_3,\ \lambda'_3 = -\lambda_2,$

$\lambda'_4 = \lambda_5 - 2\lambda_3,\ \lambda'_5 = \lambda_4 - 2\lambda_2$

immer: rec. $\lambda'_1 = \lambda_1, \lambda'_2 = -\lambda_2, \lambda'_3 = -\lambda_3,$

$\lambda'_4 = \lambda_4 - 2\lambda_2 - \lambda_1, \lambda'_5 = \lambda_5 - 2\lambda_3.$

b) VI_{88} $\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & e_1+\lambda_1 e_2 & 0 & e_2 & e_3 \\ 0 & 0 & 0 & e_2+\lambda_2 e_1 & e_1 & e_4 \\ 0 & 0 & \lambda_3 e_2 & \lambda_4 e_1 & \lambda_5 e_1+\lambda_6 e_2 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array}$ $\begin{array}{l} \lambda_3, \lambda_4 \neq 1 \\ \lambda_1 \neq \frac{1}{\lambda_2} \end{array}$

$$\lambda'_1 = \varepsilon\lambda_1,\ \lambda'_2 = \varepsilon\lambda_2,\ \lambda'_3 = \lambda_3,\ \lambda'_4 = \lambda_4,\ \lambda'_5 = \varepsilon\lambda_5,\ \lambda'_6 = \varepsilon^2\lambda_6$$

$$\lambda'_1 = \lambda_2,\ \lambda'_2 = \lambda_1,\ \lambda'_3 = \lambda_4,\ \lambda'_4 = \lambda_3,\ \lambda'_5 = \lambda_6,\ \lambda'_6 = \lambda_5$$

$$\text{rec. } \lambda'_1 = \frac{\lambda_1}{\lambda_3^{2/3}\,\lambda_4^{-2/3}},\ \lambda'_2 = \frac{\lambda_2}{\lambda_4^{2/3}\,\lambda_3^{-2/3}},\ \lambda'_3 = \frac{1}{\lambda_3},\ \lambda'_4 = \frac{1}{\lambda_4},$$

$$\lambda'_5 = \frac{\lambda_5}{\lambda_4^{4/3}\,\lambda_3^{1/3}},\ \lambda'_6 = \frac{\lambda_6}{\lambda_4^{1/3}\,\lambda_3^{4/3}}$$

ε) Untersystem: $\begin{array}{cc} e_1 & e_2 \\ e_2 & 0 \end{array}$

a) VI_{89} $\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & e_1 & e_2 & e_2 & e_3 \\ 0 & 0 & e_2 & 0 & e_1+\lambda_2 e_2 & e_4 \\ 0 & 0 & \lambda_1 e_1 & \lambda_{,} e_1+\lambda_2 e_2 & \lambda_4 e_1+\lambda_5 e_2 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array}$ $\lambda_3 \neq 1$

$$\lambda'_1 = -\lambda_1,\ \lambda'_2 = \lambda_2,\ \lambda'_3 = -\lambda_3,\ \lambda'_4 = \lambda_4,\ \lambda'_5 = -\lambda_5$$

$$\text{rec. } \lambda'_1 = \frac{-\lambda_1}{i\lambda_3^{1/2}},\ \lambda'_2 = \frac{-\lambda_2+1}{i\lambda_3^{1/2}},\ \lambda'_3 = \frac{1}{\lambda_3},\ \lambda'_4 = \frac{-\lambda_1^2+\lambda_1-\lambda_4}{\lambda_3},\ \lambda'_5 = \frac{\lambda_1+2\lambda_3-\lambda_5}{i\lambda_3^{1/2}}$$

b) VI_{90}
$$\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & e_1 & e_2 & \lambda_1 e_1 & e_3 \\ 0 & 0 & e_2 & 0 & e_1+\lambda_2 e_2 & e_4 \\ 0 & 0 & (\lambda_1+1)e_1 & e_1+e_2 & \lambda_3 e_1+\lambda_4 e_2 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array} \quad \lambda_2 \neq \pm 1$$

rec. $\lambda_2' = \lambda_2$ $\lambda_1' = \lambda_2 - \lambda_1$ $\lambda_3' = \lambda_3 + (\lambda_2 + 1)(\lambda_2 - 2\lambda_1)$, $\lambda_4' = -\lambda_4$

VI_{91}
$$\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & e_1 & e_2 & \lambda_1 e_1 & e_3 \\ 0 & 0 & e_2 & 0 & \lambda_2 e_2 & e_4 \\ 0 & 0 & (\lambda_1+1)e_1 & e_2 & \lambda_3 e_1+e_3 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array} \quad \lambda_2 \neq \pm 1$$

rec. $\lambda_2' = \lambda_2$, $\lambda_1' = \lambda_2 - \lambda_1$, $\lambda_3' = \lambda_3 + (\lambda_2+1)(\lambda_2 - 2\lambda_1)$

VI_{92}
$$\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_3 \\ 0 & 0 & e_1 & e_2 & \lambda_1 e_1 & e_2 \\ 0 & 0 & e_2 & 0 & \lambda_2 e_2 & e_4 \\ 0 & 0 & (\lambda_1+1)e_1 & e_2 & \lambda_3 e_1 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array} \quad \lambda_2 \neq 1$$

rec. $\lambda_2' = \lambda_2$, $\lambda_1' = \lambda_2 - \lambda_1$, $\lambda_3' = \lambda_3 + (\lambda_2+1)(\lambda_2 - 2\lambda_1)$

VI_{93}
$$\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & e_1 & e_2 & \lambda_1 e_2 & e_3 \\ 0 & 0 & e_1 & 0 & e_1-e_2 & e_4 \\ 0 & 0 & e_1 & e_1+e_2 & \lambda_2 e_1+\lambda_3 e_2 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array}$$

rec. $\lambda_1' = -\lambda_1$, $\lambda_2' = -2\lambda_1 + \lambda_2$, $\lambda_3' = \frac{2}{3}\lambda_1 - \frac{2}{3}\lambda_2 - \lambda_3 + \frac{4}{27}$

VI_{94}
$$\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & e_1 & e_2 & \lambda_1 e_1+e_2 & e_3 \\ 0 & 0 & e_2 & 0 & -e_2 & e_4 \\ 0 & 0 & (\lambda_1+1)e_1 & e_2 & \lambda_2 e_1 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array}$$

rec. $\lambda_1' = -\lambda_1 - 1$, $\lambda_2' = \lambda_2$

VI_{95}
$$\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & e_1 & e_2 & \lambda_1 e_1+e_2 & e_3 \\ 0 & 0 & e_2 & 0 & -e_2 & e_4 \\ 0 & 0 & (\lambda_1+1)e_1 & e_2 & \lambda_2 e_2 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array}$$

rec. $\lambda_1' = \lambda_1 - 1$, $\lambda_2' = \lambda_2 + 2\lambda_1$

VI_{96}
$$\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & e_1 & e_2 & \lambda_1 e_1 & e_3 \\ 0 & 0 & e_2 & 0 & -e_2 & e_4 \\ 0 & 0 & (\lambda_1+1)e_1 & e_2 & e_2 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array}$$

rec. $\lambda_1' = \lambda_1 - 1$

3. g_0 mit 3 Einheiten, g_1 mit 2 Einheiten.

VI_{97}
$$\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 & e_4 \\ 0 & 0 & 0 & e_2 & e_3 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array}$$

rec.

VI_{98}
$$\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_3 \\ 0 & 0 & 0 & e_1 & e_2 & e_4 \\ 0 & 0 & 0 & e_2+e_3 & e_3 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array}$$

rec.

VI_{99}
$$\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_3 \\ 0 & 0 & 0 & e_1 & e_2 & e_4 \\ 0 & 0 & 0 & \lambda e_2 & e_3 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array}$$

$\lambda' = \frac{1}{\lambda}$

rec.

III. Ordnung 4.

1. g_0 3 Einheiten, g_1 1 Einheit, g_2 1 Einheit.

VI_{100}

0	0	0	0	0	e_1
0	0	0	0	0	e_2
0	0	0	0	0	e_3
0	0	0	0	e_1	e_4
0	0	0	e_1	e_4	e_5
e_1	e_2	e_3	e_4	e_5	e_6

rec.

2. g_0 2 Einheiten, g_1 2 Einheiten, g_2 1 Einheit.

a) $e_4^2 = 0$ VI_{101}

0	0	0	0	0	e_1
0	0	0	0	0	e_2
0	0	0	0	e_1	e_3
0	0	0	0	$-e_1$	e_4
0	0	e_1	e_1	e_3	e_5
e_1	e_2	e_3	e_4	e_5	e_6

rec.

VI_{102}

0	0	0	0	0	e_1
0	0	0	0	0	e_2
0	0	0	0	e_1	e_3
0	0	0	0	$-e_1+e_2$	e_4
0	0	e_1	e_1+e_2	e_3	e_5
e_1	e_2	e_3	e_4	e_5	e_6

rec.

VI_{103}

0	0	0	0	0	e_1
0	0	0	0	0	e_2
0	0	0	0	e_1	e_3
0	0	0	0	e_2	e_4
0	0	e_1	λe_2	e_3	e_5
e_1	e_2	e_3	e_4	e_5	e_6

rec.

b) $e_4^2 = e_1$ VI_{104}

0	0	0	0	0	e_1
0	0	0	0	0	e_2
0	0	0	0	e_1	e_3
0	0	0	e_1	0	e_4
0	0	e_1	0	e_3	e_5
e_1	e_2	e_3	e_4	e_5	e_6

rec.

VI_{105}

0	0	0	0	0	e_1
0	0	0	0	0	e_2
0	0	0	0	e_1	e_3
0	0	0	e_1	$-e_1$	e_4
0	0	e_1	e_1	e_3	e_5
e_1	e_2	e_3	e_4	e_5	e_6

rec.

VI_{106}

0	0	0	0	0	e_1
0	0	0	0	0	e_2
0	0	0	0	e_1	e_3
0	0	0	e_1	e_2	e_4
0	0	e_1	λe_2	e_3	e_5
e_1	e_2	e_3	e_4	e_5	e_6

rec. $\lambda' = \frac{1}{\lambda}$

VI_{107}

0	0	0	0	0	e_1
0	0	0	0	0	e_2
0	0	0	0	e_1	e_3
0	0	0	e_1	e_1+e_2	e_4
0	0	e_1	$-e_1+e_2$	e_3	e_5
e_1	e_2	e_3	e_4	e_5	e_6

rec.

c) $e_4^2 = e_2$ VI_{108}

0	0	0	0	0	e_1
0	0	0	0	0	e_2
0	0	0	0	e_1	e_3
0	0	0	e_2	0	e_4
0	0	e_1	0	e_3	e_5
e_1	e_2	e_3	e_4	e_5	e_6

rec.

VI_{109}

0	0	0	0	0	e_1
0	0	0	0	0	e_2
0	0	0	0	e_1	e_3
0	0	0	e_2	e_1	e_4
0	0	e_1	$-e_1$	e_3	e_5
e_1	e_2	e_3	e_4	e_5	e_6

rec.

$$\mathrm{VI}_{110}\quad\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 & e_3 \\ 0 & 0 & 0 & e_2 & 0 & e_4 \\ 0 & 0 & e_1 & e_2 & e_3 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array}$$

rec.

$$\mathrm{VI}_{111}\quad\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 & e_3 \\ 0 & 0 & 0 & e_2 & e_1 & e_4 \\ 0 & 0 & e_1 & e_2-e_1 & e_3 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array}$$

rec.

3. g_0 1 Einheit, g_1 3 Einheiten, g_2 1 Einheit.

a) Untersyst. $\begin{array}{cc} 0 & 0 \\ 0 & e_1 \end{array}$

$$\mathrm{VI}_{112}\quad\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 & e_2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -e_1 & e_3 \\ 0 & 0 & 0 & e_1 & 0 & e_4 \\ 0 & e_1 & e_1 & 0 & e_2 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array}$$

rec.

b) Untersyst. $\begin{array}{cc} 0 & e_1 \\ \lambda e_1 & 0 \end{array}$

$$\mathrm{VI}_{113}\quad\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 & e_2 \\ 0 & 0 & 0 & e_1 & 0 & e_3 \\ 0 & 0 & \lambda e_1 & 0 & 0 & e_4 \\ 0 & e_1 & 0 & 0 & e_2 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array}$$

rec.

$$\mathrm{VI}_{114}\quad\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 & e_2 \\ 0 & 0 & 0 & e_1 & e_1 & e_3 \\ 0 & 0 & e_1 & 0 & 0 & e_4 \\ 0 & e_1 & -e_1 & 0 & e_2 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array}$$

rec.

$$\mathrm{VI}_{115}\quad\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 & e_2 \\ 0 & 0 & 0 & e_1 & e_1 & e_3 \\ 0 & 0 & e_1 & 0 & e_1 & e_4 \\ 0 & e_1 & -e_1 & -e_1 & e_2 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array}$$

rec.

c) Untersyst. $\begin{array}{cc} 0 & e_1 \\ -e_1 & e_1 \end{array}$

$$\mathrm{VI}_{116}\quad\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 & e_2 \\ 0 & 0 & 0 & e_1 & 0 & e_3 \\ 0 & 0 & -e_1 & e_1 & 0 & e_4 \\ 0 & e_1 & 0 & 0 & e_2 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array}$$

rec.

4) g_0 1 Einheit, g_1 2 Einheiten, g_2 2 Einheiten.

a) Untersyst. $\begin{array}{cc} 0 & e_2 \\ \lambda e_2 & e_3 \end{array}$

$$\mathrm{VI}_{117}\quad\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 & e_2 \\ 0 & 0 & 0 & \lambda^2 e_1 & 0 & e_3 \\ 0 & 0 & e_1 & 0 & e_2 & e_4 \\ 0 & \lambda e_1 & 0 & \lambda e_2 & e_3 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array}$$

rec. $\lambda' = \frac{1}{\lambda}$

für $\lambda = \varepsilon$, $d = 3$.

$$\mathrm{VI}_{118}\quad\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 & e_2 \\ 0 & 0 & 0 & e_1 & 0 & e_3 \\ 0 & 0 & e_1 & 0 & e_2-e_1 & e_4 \\ 0 & e_1 & 0 & e_2+e_1 & e_3 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array}$$

rec.

$$\mathrm{VI}_{119}\quad\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 & e_2 \\ 0 & 0 & 0 & -e_1 & 0 & e_3 \\ 0 & 0 & e_1 & e_1 & e_2 & e_4 \\ 0 & ie_1 & 0 & ie_2 & e_3 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array}$$

rec. für $-i$ anstatt i

$$\mathrm{VI}_{120}\quad\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 & e_2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & e_1 & 0 & e_2 & e_4 \\ 0 & 0 & 0 & e_1 & e_3 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array}$$

$$\mathrm{VI}_{121}\quad\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 & e_2 \\ 0 & 0 & 0 & \varepsilon^2 e_1 & e_1 & e_3 \\ 0 & 0 & e_1 & 0 & e_2 & e_4 \\ 0 & \varepsilon e_1 & e_1 & \varepsilon e_2 & e_3 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array}$$

rec. für ε^2 anstatt ε.

b) Untersyst. $\begin{matrix} e_2 & 0 \\ 0 & e_3 \end{matrix}$

$$VI_{122}\quad \begin{matrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & e_1 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 & e_3 \\ 0 & e_1 & 0 & e_2 & 0 & e_4 \\ 0 & 0 & e_1 & 0 & e_3 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{matrix}$$

rec.

$$VI_{123}\quad \begin{matrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & e_1 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 & e_3 \\ 0 & e_1 & 0 & e_2 & -e_1 & e_4 \\ 0 & 0 & e_1 & e_1 & e_3 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{matrix}$$

rec.

c) Untersyst. $\begin{matrix} 0 & e_2 \\ e_3 & 0 \end{matrix}$

$$VI_{124}\quad \begin{matrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & e_1 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_3 \\ 0 & 0 & e_1 & 0 & e_2 & e_4 \\ 0 & 0 & 0 & e_3 & 0 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{matrix}$$

rec.

$$VI_{125}\quad \begin{matrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & e_1 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_3 \\ 0 & 0 & e_1 & 0 & e_2 & e_4 \\ 0 & 0 & 0 & e_3 & e_1 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{matrix}$$

rec.

$$VI_{126}\quad \begin{matrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & e_1 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 & e_3 \\ 0 & 0 & e_1 & 0 & e_2 & e_4 \\ 0 & e_1 & 0 & e_3 & 0 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{matrix}$$

rec.

c) Untersyst. $\begin{matrix} 0 & e_2+e_3 \\ -e_2+e_3 & e_2 \end{matrix}$

$$VI_{127}\quad \begin{matrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & e_1 & -2e_1 & e_2 \\ 0 & 0 & 0 & e_1 & -2e_1 & e_3 \\ 0 & e_1 & -e_1 & e_2 & -e_2+e_3 & e_4 \\ 0 & 2e_1 & -2e_1 & e_2+e_3 & 0 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{matrix}$$

rec.

$$VI_{128}\quad \begin{matrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & e_1 & -2e_1 & e_2 \\ 0 & 0 & 0 & e_1 & -2e_1 & e_3 \\ 0 & e_1 & -e_1 & e_2 & -e_2+e_3 & e_4 \\ 0 & 2e_1 & -2e_1 & e_2+e_3 & e_1 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_4 & e_4 & e_3 & e_6 \end{matrix}$$

rec.

IV. Ordnung 5.

$$VI_{129}\quad \begin{matrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 & e_3 \\ 0 & 0 & 0 & e_1 & e_3 & e_4 \\ 0 & 0 & e_1 & e_3 & e_4 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{matrix}$$

rec.

$$VI_{130}\quad \begin{matrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 & e_2 \\ 0 & 0 & e_1 & 0 & 0 & e_3 \\ 0 & 0 & 0 & e_1 & e_2 & e_4 \\ 0 & e_1 & 0 & e_2 & e_4 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{matrix}$$

rec.

$$VI_{131}\quad \begin{matrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 & e_2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 & e_3 \\ 0 & 0 & 0 & e_1 & e_2 & e_4 \\ 0 & e_1 & -e_1 & e_2 & e_3 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{matrix}$$

rec.

$$VI_{132}\quad \begin{matrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 & e_2 \\ 0 & 0 & e_1 & 0 & -e_1 & e_3 \\ 0 & 0 & 0 & e_1 & e_2 & e_4 \\ 0 & e_1 & e_1 & e_2 & e_3 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{matrix}$$

rec.

V. Ordnung 6.

VI_{133}

$$\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 & e_2 \\ 0 & 0 & 0 & e_1 & e_2 & e_3 \\ 0 & 0 & e_1 & e_2 & e_3 & e_4 \\ 0 & e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & e_6 \end{array}$$

rec.

B. Systeme mit mehr als einer idempotenten Einheit.

I. Mit 3 idempotenten Einheiten.

VI_{134} — $1_3 . 1$[1])

$$\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 & 0 \\ 0 & e_1 & 0 & e_3 & 0 & 0 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e_5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_6 \end{array}$$

$$(x-x_4\,\varepsilon)^2\,(x-x_5\,\varepsilon)\,(x-x_6\,\varepsilon)=0$$

VI_{135} — $1_3 . 2$

$$\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & e_3 & 0 & 0 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e_5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_6 \end{array}$$

$$(x-x_4\,\varepsilon_1)^2\,(x-x_5\,\varepsilon)\,(x-x_6\,\varepsilon)=0$$

VI_{136} — $2_3\;1$

$$\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & e_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & e_1 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & 0 & e_3 & 0 & 0 \\ e_1 & e_2 & 0 & e_4 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & e_3 & 0 & e_5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_6 \end{array}$$

$$(x-x_4\,\varepsilon)^2\,(x-x_5\,\varepsilon)\,(x-x_6\,\varepsilon)=0$$

rec.

VI_{137} — $2_3 . 2$

$$\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & e_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & 0 & e_3 & 0 & 0 \\ e_1 & e_2 & 0 & e_4 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & e_3 & 0 & e_5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_6 \end{array}$$

$$(x-x_4\,\varepsilon)^2\,(x-x_5\,\varepsilon)\,(x-x_6\varepsilon)=0$$

rec.

VI_{138} — 3_3

$$\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_3 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e_5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_6 \end{array}$$

$$(x-x_4\,\varepsilon)\,(x-x_5\,\varepsilon)\,(x-x_6\,\varepsilon)=0$$

VI_{139} — 4_3

$$\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & e_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_3 \\ e_1 & 0 & e_3 & e_4 & 0 & 0 \\ 0 & e_2 & 0 & 0 & e_5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_6 \end{array}$$

$$(x-x_4\,\varepsilon)\,(x-x_5\,\varepsilon)\,(x-x_6\,\varepsilon)=0$$

VI_{140} — 5_3

$$\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & e_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e_3 & 0 \\ e_1 & 0 & e_3 & e_4 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e_5 & 0 \\ 0 & e_2 & 0 & 0 & 0 & e_6 \end{array}$$

$$(x-x_4\,\varepsilon)\,(x-x_5\,\varepsilon)\,(x-x_6\,\varepsilon)=0$$

VI_{141} — 6_3

$$\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & e_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & e_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_3 \\ e_1 & 0 & 0 & e_4 & 0 & 0 \\ 0 & e_2 & e_3 & 0 & e_5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_6 \end{array}$$

$$(x-x_4\,\varepsilon)^2\,(x-x_5\,\varepsilon)\,(x-x_6\,\varepsilon)=0$$

VI_{142} — 7_3

$$\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & e_1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & e_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e_3 & 0 \\ e_1 & 0 & 0 & e_4 & 0 & 0 \\ 0 & e_2 & 0 & 0 & e_5 & 0 \\ 0 & 0 & e_3 & 0 & 0 & e_6 \end{array}$$

$$(x-x_4\,\varepsilon)^2\,(x-x_5\,\varepsilon)\,(x-x_6\,\varepsilon)=0$$

VI_{143} — 8_3

$$\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & e_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e_3 & 0 \\ e_1 & 0 & 0 & e_4 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e_5 & 0 \\ 0 & e_2 & e_3 & 0 & 0 & e_6 \end{array}$$

$$(x-x_4\,\varepsilon)\,(x-x_5\,\varepsilon)\,(x-x_6\,\varepsilon)=0$$

rec.

VI_{144} — $9_3 . 1$

$$\begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & e_1 & 0 & e_2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_3 \\ e_1 & e_2 & 0 & e_4 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & e_3 & 0 & e_5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_6 \end{array}$$

$$(x-x_4\,\varepsilon)\,(x-x_5\,\varepsilon)\,(x-x_6\,\varepsilon)=0$$

rec.

---

[1]) Diese sind die entsprechenden Hawkes'schen Bezeichnungen. — ε ist der Modul.

$$\mathrm{VI}_{145}\qquad \begin{array}{l|cccccc} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 & 0 \\ & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_3 \\ 9_3.2 & e_1 & e_2 & 0 & e_4 & 0 & 0 \\ & 0 & 0 & e_3 & 0 & e_5 & 0 \\ & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_6 \end{array}$$

$$(x-x_4\varepsilon)(x-x_5\varepsilon)(x-x_6\varepsilon)=0$$

rec.

II. Mit 2 idempotenten Einheiten.

$$\mathrm{VI}_{146}\qquad \begin{array}{l|cccccc} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 & 0 \\ & 0 & 0 & 0 & e_2 & e_3 & 0 \\ 1_4.1 & 0 & 0 & e_2 & e_3 & e_4 & 0 \\ & e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & 0 \\ & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_6 \end{array}$$

$$(x-x_5\varepsilon)^4(x-x_6\varepsilon)=0$$

$$\mathrm{VI}_{147}\qquad \begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & e_2 & e_3 & 0 \\ 0 & 0 & \lambda e_2 & 0 & e_4 & 0 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_6 \end{array}$$

für $\lambda \neq 1$, $(x-x_5\varepsilon)^3(x-x_6\varepsilon)=0$

$\lambda=-1$, $(x-x_5\varepsilon)^2(x-x_6\varepsilon)=0$

$$\mathrm{VI}_{148}\qquad \begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & e_2 & e_3 & 0 \\ 0 & 0 & -e_2 & e_2 & e_4 & 0 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_6 \end{array}$$

$$(x-x_5\varepsilon)^3(x-x_6\varepsilon)=0$$

[1] $$\mathrm{VI}_{149}\qquad \begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e_3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & e_2 & e_4 & 0 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_6 \end{array}$$

$$(x-x_5\varepsilon)^3(x-x_6\varepsilon)=0$$

$$\mathrm{VI}_{150}\qquad \begin{array}{l|cccccc} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 & 0 \\ & 0 & 0 & 0 & 0 & e_3 & 0 \\ 1_4.6 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_4 & 0 \\ & e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & 0 \\ & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_6 \end{array}$$

$$(x-x_5\varepsilon)^2(x-x_6\varepsilon)=0$$

$$\mathrm{VI}_{151}\qquad \begin{array}{l|cccccc} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 & 0 \\ & 0 & 0 & e_2 & 0 & e_3 & 0 \\ 2_4.1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_4 \\ & e_1 & e_2 & e_3 & 0 & e_5 & 0 \\ & 0 & 0 & 0 & e_4 & 0 & e_6 \end{array}$$

$$(x-x_5\varepsilon)^3(x-x_6\varepsilon)^2=0$$

$$\mathrm{VI}_{152}\qquad \begin{array}{l|cccccc} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 & 0 \\ & 0 & 0 & 0 & 0 & e_3 & 0 \\ 2_4.2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_4 \\ & e_1 & e_2 & e_3 & 0 & e_5 & 0 \\ & 0 & 0 & 0 & e_4 & 0 & e_6 \end{array}$$

$$(x-x_5\varepsilon)^2(x-x_6\varepsilon)^2=0$$

$$\mathrm{VI}_{153}\qquad \begin{array}{l|cccccc} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ & 0 & 0 & 0 & 0 & e_3 & 0 \\ 3_4.1 & 0 & e_1 & 0 & e_3 & e_4 & 0 \\ & e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & 0 \\ & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_6 \end{array}$$

$$(x-x_5\varepsilon)^3(x-x_6\varepsilon)=0$$

$$\mathrm{VI}_{154}\qquad \begin{array}{l|cccccc} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ & 0 & 0 & 0 & 0 & e_3 & 0 \\ 3_4.2 & 0 & 0 & 0 & e_3 & e_4 & 0 \\ & e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & 0 \\ & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_6 \end{array}$$

$$(x-x_5\varepsilon)^3(x-x_6\varepsilon)=0$$

$$\mathrm{VI}_{155}\qquad \begin{array}{l|cccccc} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ & 0 & 0 & 0 & 0 & e_3 & 0 \\ 3_4.3 & 0 & e_1 & 0 & 0 & e_4 & 0 \\ & e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & 0 \\ & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_6 \end{array}$$

$$(x-x_5\varepsilon)^2(x-x_6\varepsilon)=0$$

$$\mathrm{VI}_{156}\qquad \begin{array}{l|cccccc} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ & 0 & 0 & 0 & 0 & e_3 & 0 \\ 3_4.4 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_4 & 0 \\ & e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & 0 \\ & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_6 \end{array}$$

$$(x-x_5\varepsilon)^2(x-x_6\varepsilon)=0$$

$$\mathrm{VI}_{157}\qquad \begin{array}{l|cccccc} & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 & 0 \\ & 0 & e_1 & 0 & 0 & e_2 & 0 \\ & 0 & 0 & 0 & 0 & e_3 & 0 \\ 4_4.1 & 0 & 0 & e_1 & 0 & 0 & e_4 \\ & e_1 & e_2 & 0 & e_4 & e_5 & 0 \\ & 0 & 0 & e_3 & 0 & 0 & e_6 \end{array}$$

$$(x-x_5\varepsilon)^3(x-x_6\varepsilon)=0$$

---

[1] Die Systeme VI_{147}, VI_{148}, VI_{149} entsprechen den Hawkes'schen $1_4.2$, $1_4.3$, $1_4.4$, $1_4.5$ in verschiedener Anordnung.

$$\begin{array}{lcccccc} \mathrm{VI}_{158} & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 & 0 \\ & 0 & e_1 & 0 & 0 & e_2 & 0 \\ & 0 & 0 & 0 & 0 & e_3 & 0 \\ 4_4.3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_4 \\ & e_1 & e_2 & 0 & e_4 & e_5 & 0 \\ & 0 & 0 & e_3 & 0 & 0 & e_6 \end{array}$$

$$(x - x_5\,\varepsilon)^3\,(x - x_6\,\varepsilon) = 0$$

$$\begin{array}{lcccccc} \mathrm{VI}_{159} & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 & 0 \\ & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 & 0 \\ & 0 & 0 & 0 & 0 & e_3 & 0 \\ 4_4.2 & 0 & 0 & e_1 & 0 & 0 & e_4 \\ & e_1 & e_2 & 0 & e_4 & e_5 & 0 \\ & 0 & 0 & e_3 & 0 & 0 & e_6 \end{array}$$

$$(x - x_5\,\varepsilon)^2\,(x - x_6\,\varepsilon) = 0$$

$$\begin{array}{lcccccc} \mathrm{VI}_{160} & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 & 0 \\ & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 & 0 \\ & 0 & 0 & 0 & 0 & e_3 & 0 \\ 4_4.4 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_4 \\ & e_1 & e_2 & 0 & e_4 & e_5 & 0 \\ & 0 & 0 & e_3 & 0 & 0 & e_6 \end{array}$$

$$(x - x_5\,\varepsilon)^2\,(x - x_6\,\varepsilon) = 0$$

$$\begin{array}{lcccccc} \mathrm{VI}_{161} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ & 0 & 0 & e_1 & 0 & 0 & e_2 \\ & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_3 \\ 5_4.1 & 0 & e_1 & 0 & 0 & e_4 & 0 \\ & e_1 & e_2 & 0 & e_4 & e_5 & 0 \\ & 0 & 0 & e_3 & 0 & 0 & e_6 \end{array}$$

$$(x - x_5\,\varepsilon)^2\,(x - x_6\,\varepsilon)^2 = 0$$

rec.

$$\begin{array}{lcccccc} \mathrm{VI}_{162} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ & 0 & 0 & e_1 & 0 & 0 & e_2 \\ & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_3 \\ 5_4.2 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_4 & 0 \\ & e_1 & e_2 & 0 & e_4 & e_5 & 0 \\ & 0 & 0 & e_3 & 0 & 0 & e_6 \end{array}$$

$$(x - x_5\,\varepsilon)^2\,(x - x_6\,\varepsilon)^2 = 0$$

$$\begin{array}{lcccccc} \mathrm{VI}_{163} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_3 \\ 5_4.4 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_4 & 0 \\ & e_1 & e_2 & 0 & e_4 & e_5 & 0 \\ & 0 & 0 & e_3 & 0 & 0 & e_6 \end{array}$$

$$(x - x_5\,\varepsilon)^2\,(x - x_6\,\varepsilon)^2 = 0$$

rec.

$$\begin{array}{lcccccc} \mathrm{VI}_{164} & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 & 0 \\ & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ & 0 & 0 & 0 & e_1 & 0 & e_3 \\ 6_4.1 & 0 & 0 & e_2 & 0 & e_4 & 0 \\ & e_1 & 0 & e_3 & 0 & e_5 & 0 \\ & 0 & e_2 & 0 & e_4 & 0 & e_6 \end{array}$$

$$(x - x_5\,\varepsilon)^2\,(x - x_6\,\varepsilon)^2 = 0$$

rec.

$$\begin{array}{lcccccc} \mathrm{VI}_{165} & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 & 0 \\ & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ & 0 & 0 & 0 & e_1 & 0 & e_3 \\ 6_4.2 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_4 & 0 \\ & e_1 & 0 & e_3 & 0 & e_5 & 0 \\ & 0 & e_2 & 0 & e_4 & 0 & e_6 \end{array}$$

$$(x - x_5\,\varepsilon)^2\,(x - x_6\,\varepsilon)^2 = 0$$

rec.

$$\begin{array}{lcccccc} \mathrm{VI}_{166} & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 & 0 \\ & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_3 \\ 6_4.4 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_4 & 0 \\ & e_1 & 0 & e_3 & 0 & e_5 & 0 \\ & 0 & e_2 & 0 & e_4 & 0 & e_6 \end{array}$$

$$(x - x_5\,\varepsilon)^2\,(x - x_6\,\varepsilon)^2 = 0$$

rec.

$$\begin{array}{lcccccc} \mathrm{VI}_{167} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_3 \\ 7_4.1 & 0 & 0 & e_1 & 0 & e_4 & 0 \\ & e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & 0 \\ & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_6 \end{array}$$

$$(x - x_5\,\varepsilon)^2\,(x - x_6\,\varepsilon) = 0$$

$$\begin{array}{lcccccc} \mathrm{VI}_{168} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_3 \\ 7_4.2 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_4 & 0 \\ & e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & 0 \\ & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_6 \end{array}$$

$$(x - x_5\,\varepsilon)^2\,(x - x_6\,\varepsilon) = 0$$

$$\begin{array}{lcccccc} \mathrm{VI}_{169} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ & 0 & 0 & e_1 & 0 & e_2 & 0 \\ & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_3 \\ 8_4.1 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_4 & 0 \\ & e_1 & e_2 & e_3 & 0 & e_5 & 0 \\ & 0 & 0 & 0 & e_4 & 0 & e_6 \end{array}$$

$$(x - x_5\,\varepsilon)^2\,(x - x_6\,\varepsilon) = 0$$

$$\begin{array}{lcccccc} \mathrm{VI}_{170} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 & 0 \\ & 0 & 0 & 0 & e_2 & 0 & e_3 \\ 8_4.2 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_4 & 0 \\ & e_1 & e_2 & e_3 & 0 & e_5 & 0 \\ & 0 & 0 & 0 & e_4 & 0 & e_6 \end{array}$$

$$(x - x_5\,\varepsilon)^2\,(x - x_6\,\varepsilon) = 0$$

$$\begin{array}{lcccccc} \mathrm{VI}_{171} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 & 0 \\ & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_3 \\ 8_4.3 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_4 & 0 \\ & e_1 & e_2 & e_3 & 0 & e_5 & 0 \\ & 0 & 0 & 0 & e_4 & 0 & e_6 \end{array}$$

$$(x - x_5\,\varepsilon)^2\,(x - x_6\,\varepsilon) = 0$$

$$\mathrm{VI}_{171} \quad 9_4. \quad \begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_4 \\ e_1 & e_2 & e_3 & e_4 & e_5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_6 \end{array}$$

$$(x-x_5\,\varepsilon)\,(x-x_6\,\varepsilon)=0$$

rec.

$$\mathrm{VI}_{172} \quad 10_4. \quad \begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e_3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e_4 & 0 \\ e_1 & 0 & 0 & 0 & e_5 & 0 \\ 0 & e_2 & e_3 & e_4 & 0 & e_6 \end{array}$$

$$(x-x_5\,\varepsilon)\,(x-x_6\,\varepsilon)=0$$

rec.

$$\mathrm{VI}_{173} \quad 11_4. \quad \begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & e_2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e_3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e_4 & 0 \\ e_1 & e_2 & 0 & 0 & e_5 & 0 \\ 0 & 0 & e_3 & e_4 & 0 & e_6 \end{array}$$

$$(x-x_5\,\varepsilon)\,(x-x_6\,\varepsilon)=0$$

rec.

Nachtrag.

Über die Scheffers'schen η-Einheiten.

Zweck dieses Nachtrages ist die Berichtigung eines Satzes von Scheffers,[1] welcher für die ganze Theorie der Aufstellung der Zahlensysteme von grundlegender Bedeutung ist und dessen Ungültigkeit die Richtigkeit der von Scheffers und Hawkes aufgestellten Tafeln hätte beeinflussen können. Es lassen nämlich die η-Einheiten nicht nur eine Permutation untereinander, sondern auch einige Transformationen mit den e-Einheiten zu. Es ist mir aber gelungen, für Nichtquaternionsysteme eine merkwürdige Eigenschaft der neuen Transformationen zu beweisen, nämlich daß sie keine neuen Systeme liefern, das heißt, daß alle verschiedenen Formen eines Systems, die aus ihnen hervorgehen, auch durch eine Permutation der η-Einheiten allein erhalten werden können.

Bei dieser Gelegenheit werde ich gezwungen sein, einige andere Sätze zu beweisen und auf diese Weise die Untersuchungen von Hawkes und Scheffers zu vervollständigen und strenger zu begründen.

Fassen wir ein assoziatives distributives System in n-Einheiten mit oder ohne Modul ins Auge, so heiße es nullfaktorial, wenn eine Zahl $\varkappa$ (seine Ordnung) existiert, so daß alle Produkte von $\varkappa + 1$ Faktoren verschwinden, aber nicht alle von $\varkappa$ Faktoren; nullpotent wenn eine Zahl μ (der Grad) existiert, so daß alle $\mu + 1^{\text{ten}}$ Potenzen verschwinden, nicht aber alle μ^{ten}. Sei n die Anzahl der Einheiten, dann gilt der

Satz I. Notwendig und hinreichend, damit ein Zahlensystem nullfaktorial sei, ist, daß es nullpotent sei, und dann gilt die Ungleichung $\mu \leqq \varkappa \leqq n$.

Aus der Definition folgt, daß ein nullfaktoriales System auch nullpotent ist, und $\mu \leqq \varkappa$.

Ich beweise jetzt einen Hilfsatz:

Sind m sukzessive Produkte von Zahlen eines Systems linear abhängig, so existiert im System eine Zahl, von der keine Potenz verschwindet.

Seien die sukzessiven Produkte

$$b_1 = a_1,\ b_1 = a_1 . a_2,\ b_3 = a_1 . a_2 . a_3, \ldots\ b_m = a_1 . a_2 \ldots\ldots a_m$$

von 0 verschieden und sei die lineare Relation

$\alpha_1 b_1 + \alpha_2 b_2 + \ldots \alpha_m b_m = 0$. Das erste α, welches $\neq 0$ ist, sei α_ν, so ist

$$b_\nu = \alpha'_{\nu+1} b_{\nu+1} + \ldots \alpha'_m b_m$$

oder

$$b_\nu = b_\nu (\alpha'_{\nu+1} a_{\nu+1} + \ldots \alpha'_m a_{\nu+1} \ldots a_m) = b_\nu . a$$

$a \neq 0$, weil $b_\nu \neq 0$, folglich

$$b_\nu = b_\nu a = b_\nu a^2 = b_\nu a^3 = \ldots b_\nu a^\varkappa \text{ wo } a^\varkappa \neq 0$$

immer aus demselben Grunde.

Daraus folgt, daß weder $\varkappa$ noch $\mu > n$ sein können, denn in diesem Falle wären die $n+1$ sukzessiven Produkte — die Potenzen sind Spezialfälle von Produkten — gewiß linear abhängig; es wäre also in diesem Falle das System weder nullpotent noch nullfaktorial.

[1] A. a. O. p. 330.

Es folgt aber auch, daß jedes nullpotente System nullfaktorial ist; denn wäre es dies nicht, so würde wenigstens eine sukzessive Reihe von $n+1$ nicht verschwindenden Produkten, also eine nicht verschwindende, beliebig hohe Potenz existieren.

Die zwei am Anfange definierten Begriffe decken sich also vollständig.

Satz II. Notwendig und hinreichend, damit ein System nicht nullpotent (nullfaktorial) sei, ist, daß keine Zahl $\eta^2 = \eta$ existiere.

Falls eine solche existiert, ist es klar, daß das System nicht nullpotent ist; umgekehrt haben wir eine beliebig hohe, nicht verschwindende Potenz einer Zahl a, so existiert gewiß eine lineare Relation der Form:

$$a_\nu a^\nu + a_{\nu+1} a^{\nu+1} + \dots \quad a_{\nu+\varkappa} a^{\nu+\varkappa} = 0 \quad a_\nu, a_{\nu+\varkappa} \neq 0$$

(zwischen $n+1$ beliebigen muß eine solche Beziehung existieren), also

$$a_{\nu+\varkappa} = a'_\nu a^\nu + \dots \quad a'_{\nu+\varkappa-1} a^{\nu+\varkappa-1}$$

daraus

$$a^{\nu+\varkappa+1} = a'_\nu a^{\nu+1} + \dots \quad a'_{\nu+\varkappa-1} a^{\nu+\varkappa} = b'_\nu a^\nu + \dots \quad b'_{\nu+\varkappa-1} a^{\nu+\varkappa-1}$$

usw. Setzen wir $a^\nu = b \neq 0$, so muß zwischen $b, b^2 \dots b^{\varkappa+1}$ eine lineare Gleichung bestehen. Ist in dieser der Koeffizient von $b, b^2, \dots b^\mu$ gleich 0, während jener von $b^{\mu+1}$ verschieden von 0 ist, so erhalten wir eine Beziehung zwischen $\varkappa-\mu$ Potenzen. Setzen wir $b^{\mu+1} = c$ und wiederholen wir das Verfahren so lange, bis die Koeffizienten der ersten Potenzen gleich 0 ausfallen. Da die Anzahl der Potenzen sich immer vermindert, wird man in diesem Falle endlich auf eine Beziehung $\pi_1 \, p + \pi_2 \, p^2 = 0$ stoßen, wo weder π_1 noch π_2 gleich 0 sein können. Begegnet man aber schon früher einer Beziehung der Form

$$\mu_1 m + \mu_2 m^2 + \dots \quad \mu_\tau m^\tau = 0$$

wo $\mu_1 \neq 0$, so ist

$$m = \mu'_2 m^2 + \dots \quad \mu'_r m^r = m(\mu'_2 m + \mu'_3 m^2 + \dots \mu'_r m^{r-1}) = m \cdot \eta \quad \eta \neq 0$$

$$\begin{aligned} \mu'_2 m &= \mu'_2 m \cdot \eta \\ \mu'_3 m^2 &= \mu'_3 m^2 \cdot \eta \\ &\dots\dots\dots\dots \\ \mu'_r m^{r-1} &= \mu'_r m^{r-1} \cdot \eta \quad \text{durch Addition} \\ \hline \eta &= \eta \cdot \eta = \eta^2 \end{aligned}$$

Ist nun das System nullpotent, so ist es möglich, es in lauter Gruppen — wie in der vorhergehenden Arbeit bewiesen — zu zerlegen. Besitzt dagegen das System eine idempotente Zahl α, so definieren wir vier Operatoren in bezug auf diese Zahl

Operator 1. $\alpha x \alpha$
» 2. $x\alpha - \alpha x \alpha = [x - \alpha x] \alpha$
» 3. $\alpha x - \alpha x \alpha = \alpha [x - x\alpha]$
» 4. $x - \alpha x - x \alpha - \alpha x \alpha$

x ist der Operand, welcher eine Zahl des Systems ist, eventuell auch die allgemeine Zahl des Systems.

Haben wir mehrere idempotente unabhängige Zahlen $\eta_1, \eta_2, \dots \eta_r$ von der Eigenschaft $\eta_\iota \eta_\varkappa = 0$ $\iota \neq \varkappa$, so bedeutet $u_{a_1, a_2, \dots a_r}$, wo $a_1, a_2, \dots a_r$ eine Variation r^{ter} Klasse der Zahlen 1, 2, 3, 4 ist, das Resultat der Operation a_1, auf eine Zahl u mit η_1 ausgeführt, auf das Resultat die Operation a_2 mit η_2 usw.

Satz III. Die Reihenfolge dieser vier Operationen ist gleichgültig.

Es genügt zu beweisen, daß eine Transposition erlaubt ist; betrachten wir $u_{\iota,\varkappa}$, das heißt, u operiert mit dem Operator ι in bezug auf α und dann mit $\varkappa$ in bezug auf β, $\alpha^2 = \alpha$, $\beta^2 = \beta$, $\alpha\beta = \beta\alpha = 0$ und $u_{\varkappa,\iota}$, das heißt, die Operationen in der umgekehrten Reihenfolge ausgeführt, und seien für

die vier Funktionen:

$s =$	1	2	3	4
$\lambda(s) =$	0	0	0	1
$\mu(s) =$	0	1	0	—1
$\nu(s) =$	0	0	1	—1
$\xi(s) =$	1	—1	—1	—1

so ist

$$u_\iota = \lambda(\iota)\, x + \mu(\iota)\, x\alpha + \nu(\iota)\, \alpha x + \xi(\iota)\, \alpha x \alpha$$

$$u_{\iota,\varkappa} = \lambda(\varkappa)\lambda(\iota)\, x + \lambda(\varkappa)\mu(\iota)\, x\alpha + \lambda(\varkappa)\nu(\iota)\, \alpha x + \lambda(\varkappa)\xi()\, \alpha x\alpha + \mu(\varkappa)\lambda(\iota)\, x\beta + \mu(\varkappa)\nu(\iota)\, \alpha x\beta +$$
$$+ \nu(\varkappa)\lambda(\iota)\, \beta x + \nu(\varkappa)\mu(\iota)\, \beta x\alpha + \xi(\varkappa)\lambda(\iota)\, \beta x\beta$$

Vertauschen wir $\iota, \varkappa$ und α, β, so bekommen wir dasselbe Resultat.

Satz IV. $u_{a_1, a_2, \ldots a_r}$ ist gleich 0,

I. wenn ein $a_\varkappa = 1$ ist und nicht alle übrigen $= 4$,
II. » » $a_\varkappa = 3$ » » » » » $= 2$ oder 4
III. » » $a_\varkappa = 2$ » » » » » $= 3$ » 4

sind, da zum Beispiel, wenn ein $a_\varkappa = 1$, diese Operation zuerst ausgeführt werden kann und sich ergibt $\eta_\varkappa u\, \eta_\varkappa$ und, wenn wir auf diese Zahl eine andere Operation ausführen, die nicht 4 ist, bekommen wir 0.

Von Null verschieden sind also möglicherweise:

die $u_{a_1, \ldots a_r}$, wo ein Index gleich 1 ist, die anderen 4
» » » » 2 » ein zweiter 3, alle übrigen 4
» » » » 2 » alle übrigen 4
» » » » 3 » » » 4
» alle Indices » 4 sind.

Satz V. Notwendig und hinreichend, damit eine Zahl $u_\varkappa$ als Resultat der Operation $\varkappa$ mit der Zahl α aufgefaßt werden kann, ist:

für $\varkappa = 1$ daß $u_1\alpha = \alpha u_1 = u_1$ .... Gruppe I
$= 2$ » $u_2\alpha = u_2, \alpha u_2 = 0$ ..... » II
$= 3$ » $u_3\alpha = 0, \alpha u_3 = u_3$ .... » III
$= 4$ » $u_4\alpha = \alpha u_4 = 0$ .... » IV

Denn ist

$$u_\varkappa = \lambda(\varkappa)\, \alpha + \mu(\varkappa)\, x\alpha + \nu(\varkappa)\, \alpha x + \xi(\varkappa)\, \alpha x\alpha$$

so ist

$$u_\varkappa \alpha = [\lambda(\varkappa) + \mu(\varkappa)]\, x\alpha + [\nu(\varkappa) + \xi(\varkappa)]\, \alpha x\alpha$$

$$\alpha u_\varkappa = [\lambda(\varkappa) + \nu(\varkappa)]\, \alpha x + [\mu(\varkappa) + \xi(\varkappa)]\, \alpha x\alpha$$

woraus sich der erste Teil des Satzes ergibt; gehört dagegen u zur $\varkappa^{\text{ten}}$ Gruppe, so ist

$$u_\varkappa = \lambda(\varkappa)\, u + \mu(\varkappa)\, \mu\alpha + \nu(\varkappa)\, \alpha u + \xi(\varkappa)\, \alpha u\alpha = u$$

für jedes $\varkappa$.

Es ist also ein charakteristisches Merkmal, für eine Zahl das Resultat einer solchen Operation in bezug auf eine bestimmte Zahl zu sein, und insbesondere gibt die zweimalige Wiederholung derselben Operation in bezug auf dieselbe Einheit wieder dasselbe Resultat.

Da jede Operation als zuletzt ausgeführt betrachtet werden kann, so folgt, daß die Reihe der Indices einer Zahl $u_{a_1, a_2, \dots a_r}$ eine charakteristische Eigenschaft der Zahl ist. $u_{a_1, a_2, \dots a_r}$ liegt in der a_1^{ten} Gruppe in bezug auf η_1, in der a_2^{ten} in bezug auf η_2 usw.

Satz VI. Es kann keine lineare Beziehung unter von 0 verschiedenen $u_{a_1, a_2, \dots a_r}$ bestehen. Jede lineare Form von $u_{a_1, a_2, \dots a_r}$ mit gleichen Indices gibt wieder eine Zahl derselben Art.

Der zweite Teil des Satzes ist aus der Gruppendefinition klar. Nehmen wir nun an, daß es unter $u_{a_1, a_2, \dots a_r}$ $u_{a_1', a_2', \dots a_r'}$ (alle von 0 verschieden) eine lineare Beziehung der Form $\Sigma \alpha u_{a_1, a_2, \dots a_r} = 0$ bestehe, und nehmen wir an, daß alle $a_1, a_2, \dots a_{\mu-1}$ gleich seien und daß die ersten verschiedenen die a_μ seien, multiplizieren wir links und rechts mit η_μ, so bekommen wir (da die Operationen mit η_μ als die zuletzt aufgeführten angesehen werden können) $\Sigma \alpha_1 u_{a_1, a_2, \dots a_{\mu-1}, 1, a_{\mu+1}, \dots a_r} = 0$; subtrahieren wir diese lineare Beziehung von der oberen und multiplizieren wir rechts mit η_μ, so erhalten wir

$$\Sigma \alpha_2 u_{a_1, a_2, \dots a_{\mu-1}, 2, a_{\mu+1}, \dots a_r} = 0;$$

durch Subtraktion und Multiplikation links mit η_μ erhalten wir

$$\Sigma \alpha_3 u_{a_1, a_2, \dots a_{\mu-1}, 3, a_{\mu+1}, \dots a_r} = 0$$

und endlich durch Subtraktion bleibt

$$\Sigma \alpha_4 u_{a_1, a_2, \dots a_{\mu-1}, 4, a_{\mu+1}, \dots a_r} = 0.$$

In diesen Summen ist auch der μ^{te} Index gleich und wir können immer weiter und weiter so schließen, bis der Satz bewiesen wird.

Satz VII. $\Sigma u_{a_1, a_2, a_3, \dots a_r}$, über alle möglichen Indices erstreckt, gibt die Zahl u, wovon man ausgegangen ist.

Sei α irgendeine idempotente Zahl, so folgt aus der Definition $u_1 + u_2 + u_3 + u_4 = u$ also:

$$\sum_{a_1, a_2, \dots a_r = 1, 2, 3, 4} u_{a_1, a_2, \dots a_{r-1}, a_r} = \sum_{a_1, a_2, \dots a_{r-1} = 1, 2, 3, 4} u_{a_1, a_2, \dots a_{r-1}} = \dots = \sum_{a_1 = 1, 2, 3, 4} u_{a_1} = u.$$

Die Verteilung der u in Gruppen $u_{a_1, \dots a_r}$ ist folglich eindeutig, denn sonst würde eine lineare Beziehung zwischen den $u_{a_1, \dots a_r}$ bestehen.

Definiere ich jetzt:

$U_{\iota, \varkappa}$, $\iota, \varkappa = 1, 2 \dots r$ heißt eine Zahl, die sich in der Form $\eta_\iota\, u\, \eta_\varkappa$ darstellen läßt,
$U_{\iota, r+1}$ heißt eine Zahl, die sich als $\eta_\iota u'$ darstellen läßt, wo $u' \eta_\varkappa = 0$
$U_{r+1, \iota}$ » » » » » » $u'' \eta_\iota$ » » » $\eta_\varkappa u'' = 0$
$U_{r+1, r+1}$ » » » » » » u''' » » » $\eta_\varkappa u''' = u''' \eta_\varkappa = 0$

für $\varkappa = 1, 2 \dots r$, so gelten für diese Zahlen die Multiplikationsregeln, die die Einheiten der ursprünglichen Peirce-Molien'schen Systeme befolgen; in der Tat ist

$$U_{\iota, \varkappa} . U_{\mu, \nu} = U_{\iota, \nu} \text{ oder } 0, \text{ wenn } \varkappa = \mu$$
$$= 0, \qquad \text{»} \quad \varkappa \neq \mu$$

ist.

Es gilt nun

Satz VIII. $U_{\iota,\varkappa}$ ist identisch mit $u_{a_1,\ldots a_r}$ und zwar:

wenn $\iota \neq \varkappa$,	$\iota, \varkappa = 1, 2 \ldots r$	wenn $a_\iota = 3$, $a_\varkappa = 2$,	alle	übrigen	$a = 4$
$\iota = \varkappa$	»	» $a_\iota = 1$	»	»	»
$\varkappa = r + 1$	$\iota = 1, 2 \ldots r$	» $a_\iota = 3$	»	»	»
$\iota = r + 1$	$\varkappa = 1, 2 \ldots r$	» $a_\varkappa = 2$	»	»	»
$\varkappa = \iota = r + 1$		» alle $a = 4$.			

Daß jedes $U_{\iota,\varkappa}$ auch ein $u_{a_1,\ldots a_r}$ ist, folgt aus der Definition, da $U_{\iota,\varkappa}$ in der a_r^{ten} Gruppe in bezug auf η_ι und in der $a_\varkappa^{\text{ten}}$ in bezug auf $\eta_\varkappa$, in 4 in bezug auf alle anderen steht. $U_{\iota,\varkappa} = (U_{\iota,\varkappa})_{a_1,\ldots a_r}$; $a_1, \ldots a_r$ mit den vorgeschriebenen Werten.

Umgekehrt ist

$$u_{a_1, a_2, \ldots a_r} = (u_{a_1,\ldots a_r})_{a_\iota, a_\varkappa} = \eta_\iota u_{a_1,\ldots a_r} \eta_\varkappa$$

falls

$$\iota, \varkappa \neq r + 1;$$

falls zum Beispiel

$$\iota = r + 1, \varkappa \neq r + 1 \; (u_{a_1,\ldots a_r})_{a_\varkappa} = u_{a_1,\ldots a_r} \eta_\varkappa$$

Da aber alle $a = 4$ sind und $a_\varkappa = 2$, gibt $u_{a_1,\ldots a_r}$ mit allen η Zahlen links multipltziert 0. Und so beweist man leicht die anderen Fälle. Insbesondere ist eine Zahl U dann und nur dann ein $U_{\iota,\varkappa}$, wenn $\eta_\iota U \eta_\varkappa = U$, da

$$U_{\iota\varkappa} = \eta_\iota u \eta_\varkappa = \eta_\iota \eta_\iota u \eta_\varkappa \eta_\varkappa = \eta_\iota U_{\iota,\varkappa} \eta_\varkappa.$$

Besitzt das System einen Modul so kann es nur einen besitzen, denn, wären μ und μ' zwei von diesen, so müßte

$$\mu \mu' = \mu = \mu' \text{ sein.}$$

Satz IX. Notwendig und hinreichend, damit ein Modul existiere, ist, daß entweder $U_{\iota, r+1} = U_{r+1,\iota} = U_{r+1,r+1} = 0$ sind oder daß $U_{r+1,r+1}$ eine solche Einheit η_{r+1} besitze, so daß $U_{r+\iota,\varkappa}$ in die II. Gruppe, $U_{\iota, r+1}$ in die III. Gruppe, $U_{r+1,r+1}$ in die I. Gruppe, alle übrigen $U_{\iota,\varkappa}$ in die IV. Gruppe in bezug auf η_{r+1} gehören. Unter $U_{\iota,\varkappa}$ sind hier die Resultate der entsprechenden Operationen auf die allgemeine Zahl x des Systems verstanden.

In diesem Falle ist

$$\eta_1 + \eta_2 \ldots + \eta_r$$

oder, wenn η_{r+1} existiert,

$$\eta_1 + \eta_2 \ldots + \eta_{r+1}$$

ein Modul, also ist eine der beiden Bedingungen hinreichend.

Nehmen wir nun an, daß ein Modul existiert.

Sei $u = \sum_{i,\varkappa = 1,\ldots r+1} u_{\iota,\varkappa}$ $\eta_\iota u \eta_\iota = \eta_\iota$, also $u_{\iota,\iota} = \eta_\iota$ $\eta_\iota u \eta_\varkappa = 0$, also $u_{\iota,\varkappa} = 0$ für $\iota, \varkappa = 1, 2 \ldots r$

$u = \eta_1 + \eta_2 + \ldots \eta_r + u_{\iota, r+1} + u_{r+1,\varkappa} + \mu_{r+1, r+1}$ $u \eta_\varkappa = \eta_\varkappa$, also $\mu_{r+1,\varkappa} = 0$ $\eta_\iota u = \eta_\iota$, also $u_{\iota, r+1} = 0$.
Jetzt entweder

$$u_{r+1, r+1} = 0 \text{ oder } \neq 0 = \eta_{r+1}.$$

Im ersten Falle ist

$$U_{\iota, r+1}\mu = U_{\iota, r+1} = 0 \quad \mu U_{r+1, \varkappa} = U_{r+1, \varkappa} = 0$$

auch für

$$\varkappa = r + 1.$$

Ist dagegen

$$u_{r+1, r+1} = \eta_{r+1}$$

so folgt:

$$\mu \eta_{r+1} = \eta_{r+1} = \eta^2_{r+1} \text{ da } \eta_{r+1} \cdot \eta_\varkappa = u_{r+1, r+1}\eta_\varkappa = 0, \varkappa \neq r + 1$$

$$U_{r+1, r+1}\mu = U_{r+1, r+1}\eta_{r+1} = U_{r+1, r+1}$$

$$\mu U_{r+1, r+1} = \eta_{r+1} U_{r+1, r+1} = U_{r+1, r+1} \text{ etc.}$$

Wenn keiner der beiden betrachteten Fälle eintrifft, so besitzt das System keinen Modul, man kann aber, um einen solchen zu bekommen, die Einheit η_{r+1}

$$\eta_\iota \eta_{r+1} = \eta_{r+1}\eta_\iota = 0, \eta^2_{r+1} = \eta_{r+1}$$

adjungieren, so daß

$$\eta_{r+1} U_{r+1, r+1} = U_{r+1, r+1}\eta_{r+1} = U_{r+1, r+1}$$

$$\eta_{r+1} U_{r+1, \varkappa} = U_{r+1, \varkappa}; \; U_{r+1, \varkappa}\eta_{r+1} = 0$$

$$\eta_{r+1} U_{\iota, r+1} = 0, \; U_{\iota, r+1}\eta_{r+1} = U_{\iota, r+1}.$$

Die Assoziativität wird durch diese Adjunktion nicht gestört, weil die Produkte, wo kein η_{r+1} enthalten ist, unverändert bleiben und die Produkte

$$\eta_{r+1} u_{\iota, \varkappa} u_{\lambda, \mu}, \quad u_{\iota, \varkappa} u_{\lambda, \mu}\eta_{r+1}, \quad u_{\iota, \varkappa}\eta_{r+1} u_{\lambda, \mu}$$

$$\eta^2_{r+1} u_{\iota, \varkappa}, \quad u_{\iota, \varkappa}\eta^2_{r+1}$$

assoziativ der Definition nach sind, da η_{r+1} entweder unverändert läßt oder zu 0 reduziert, und zwar letzteres wenn und nur wenn ungleiche Indices sich treffen.

So sind alle nicht nullpotenten Systeme auf Systeme mit Modul reduziert. Für diese ist

$$U_{\iota, \varkappa} = u_{a_1, a_2, \ldots a_r}$$

wo für $\iota \neq \varkappa$ $a_\iota = 3$, $a_\varkappa = 2$, für $\iota = \varkappa$ $a_\varkappa = 1$, alle übrigen $a = 4$ sind.

Sei nun x die allgemeine Zahl eines Systems mit oder ohne Modul und wählen wir in dem System r unabhängige η-Zahlen heraus (wenigstens eine muß existieren)

$$x = U_{1, 1} + U_{2, 2} + \ldots \; U_{r, r} + U_{r+1, r+1} + U_{1, 2} + \ldots.$$

nehmen wir an, daß $U_{r+1, r+1}$ keine idempotenten Zahlen mehr besitzt, denn würde es eine solche enthalten, so könnten wir sie als neues η nehmen, da sie mit allen anderen η nullfaktorial ist. Falls das System einen Modul hat, so verschwindet $U_{r+1, r+1}$.

Nun kann in $U_{\iota, \iota}$ entweder die η_ι-Einheit allein enthalten sein oder es besitzt eine andere von η_ι unabhängige idempotente Einheit:

$$\alpha^2 = \alpha, \eta_\iota^2 = \eta_\iota$$

$$(\eta_\iota - \alpha)^2 = \eta_\iota - \alpha\eta_\iota - \eta_\iota\alpha + \alpha^2 = \eta_\iota - \alpha \qquad \alpha(\eta_\iota - \alpha) = (\eta_\iota - \alpha)\alpha = 0$$

$$\alpha\eta_\varkappa = \eta_\varkappa\alpha = 0 \qquad \varkappa \neq \iota$$

Wir können also die Einteilung in Gruppen nach η_ι rückgängig machen, wobei

$$U'_{r+1,\,r+1} = U_{r+1,\,r+1} + U_{\iota,\,r+1} + U_{r+1,\,\iota} + U_{\iota,\,\iota}$$

$$U'_{r+1,\,\varkappa} = U_{r+1,\,\varkappa} + U_{\iota,\,\varkappa}$$

$$U'_{\lambda,\,r+1} = U_{\lambda,\,r+1} + U_{\lambda,\,\iota}$$

wird, und dann die Einteilung sukzessive nach $(\eta_\iota - \alpha)$ und α vollführen, wobei

$$U_{1,\,1}\, U_{2,\,2} \ldots\; U_{\iota-1,\,\iota-1}\, U_{\iota+1,\,\iota+1} \ldots\; U_{r,\,r} \ldots$$

unverändert bleiben und nur

$$U'_{r+1,\,r+1}\, U'_{r+1,\,\varkappa}\, U'_{\lambda,\,r+1}$$

sich in verschiedene Teile spalten.

Dieses Verfahren ist aber nicht eindeutig, da in der Reihenfolge und in der Wahl der einzelnen idempotenten Einheiten eine gewisse Freiheit vorhanden ist, was Herr Hawkes hier wie beim Beweise des Theorems des Moduls nicht beobachtet zu haben scheint.

Als Beispiel hiefür gebe ich das System der Quaternionen, worin e_{11}, e_{22}, aber auch $e_{11} + e_{12}$, $e_{22} + e_{12}$ etc. als erste η-Einheiten genommen werden können, wobei man möglicherweise auf verschiedene Formen des Systems kommen könnte.

Am einfachsten gestaltet sich das Beispiel des Nichtquaternionsystems

$$\begin{matrix} 0 & 0 & e_1 \\ e_1 & e_2 & 0 \\ 0 & 0 & e_3 \end{matrix}$$

welches durch

$$\bar{e}_1 = e_1$$
$$\bar{e}_2 = e_2 + e_1$$
$$\bar{e}_3 = e_3 - e_1$$

in sich selbst übergeführt wird; es haben also nicht nur e_2, e_3, sondern auch $e_2 + e_1$, $e_3 - e_1$ die Eigenschaften von η-Einheiten.

Ich hoffe bei einer anderen Gelegenheit darauf zurückzukommen und die Beziehungen zwischen verschiedenen Reihen von η-Einheiten für allgemeine Systeme wie auch die wichtigsten Sätze der Theorie — wie zum Beispiel die Molien'sche Normalform etc. — ohne Anwendung der Gruppentheorie aus der reinen Definition des assoziativen Zahlensystems ableiten zu können. Die gruppentheoretischen Beweise sind noch zu kompliziert, damit man auf sie ohne weiteres bauen kann.

Herr Shaws[1] ist zu denselben und noch weiteren Resultate als Molien gekommen durch Anwendung der Theorie der Matrices auf die Zahlensysteme. Diese von Peirce herrührende Behandlungsweise führt zu einem sehr einfachen und eleganten Beweis des Poincaré-Study'schen Satzes und zu einer Normalform der Zahlensysteme, welche als eine Erweiterung der Molien'schen gelten kann. Die Einführung der assoziativen Einheiten scheint mir aber keine große Hilfe für die Aufstellung der verschiedenen Systeme zu gewähren, da Herr Shaws doch gezwungen ist, bei der Behandlung eines einfachen Falles — wobei auch die Differentiation der Tafel nicht zu Ende geführt wird — auf die Beziehungen zwischen den gewöhnlichen Einheiten, die schon von Starkweather herrühren, zurückzugreifen. Auch seine Beweise sind übrigens sehr umständlich.

Ich gehe nun zur Betrachtung der Transformationen der η-Einheiten für Nichtquaternionsysteme mit Modul über.

---

[1] Trans. of the Am. Math. Soc., Bd. 4, p. 251 und 405.

Seien zwei Reihen von Einheiten:

$$e_1, e_2 \dots e_r, \eta_1, \eta_2 \dots \eta_s$$

und

$$\bar{e}_1, \bar{e}_2 \dots \bar{e}_\rho, \bar{\eta}_1, \bar{\eta}_2 \dots \bar{\eta}_\sigma$$

und die entsprechenden Transformationen seien:

$$\bar{e}_\lambda = \sum_\iota a_{\lambda,\iota} e_\iota + \sum_\iota b_{\lambda,\iota} \eta_\iota \quad \bar{\eta}_\lambda = \sum_\iota x_{\lambda,\iota} e_\iota + \sum_\iota y_{\lambda,\iota} \eta_\iota$$

so ist $b_{\lambda,\iota}$ für alle λ und ι Null, da die $\bar{e}$-Einheiten nullpotent sein müssen; folglich ist

$$r = \rho, s = \sigma.$$

Aus $\bar{\eta}_\lambda^2 = \bar{\eta}_\lambda$ folgt

$$(\Sigma x_{\lambda,\iota} e_\iota)^2 + \Sigma x_{\lambda,\iota} y_{\lambda,\varkappa} (e_\iota \eta_\varkappa + \eta_\varkappa e_\iota) + \Sigma y_{\lambda,\varkappa} \eta_\varkappa = \Sigma x_{\lambda,\iota} e_\iota + \Sigma y_{\lambda,\varkappa} \eta_\varkappa$$

oder $y_{\lambda,\varkappa}^2 = y_{\lambda,\varkappa}$ für alle λ und $\varkappa$. $y_{\lambda,\varkappa} = 0$ oder 1. Aus $\bar{\eta}_\lambda \bar{\eta}_\mu = 0$ folgt

$$\Sigma x_{\lambda,\iota} x_{\mu,\varkappa} e_\iota e_\varkappa + \Sigma x_{\mu,\varkappa} y_{\lambda,\iota} \eta_\iota e_\varkappa + \Sigma x_{\lambda,\iota} y_{\mu,\varkappa} e_\iota \eta_\varkappa + \Sigma y_{\lambda,\iota} y_{\mu,\varkappa} \eta_\iota \eta_\varkappa = 0$$

also $y_{\lambda,\varkappa} y_{\mu,\varkappa} = 0$ für alle $\varkappa$, folglich, wenn $y_{\lambda,\varkappa} \neq 0$ wäre, müßte $y_{\mu,\varkappa}$ für alle $\mu \neq \lambda$ gleich 0 sein, das heißt, ist ein η in einem $\bar{\eta}$ enthalten, so kommt er nie anderswo vor.

Aber jedes $\bar{\eta}$ muß wenigstens ein η enthalten, da

$$(\Sigma x_{\lambda,\iota} e_\iota)^2 \neq \Sigma x_{\lambda,\iota} e_\iota$$

weil das Quadrat immer einer anderen Gruppe angehört als $\Sigma x_{\lambda,\iota} e_\iota$. Da $s = \sigma$, muß jedes $\bar{\eta}$ ein und nur ein η enthalten: $\bar{\eta}_\lambda = \Sigma x_{\lambda,\iota} e_\iota + \eta_\lambda$ und, wenn wir $\Sigma x_{\lambda,\iota} e_\iota$ nach den vorher dargelegten Regeln durch die Operationen in verschiedene Gruppen teilen, erhalten wir:

$$\bar{\eta}_\lambda = \eta_\lambda + \Sigma u^{\lambda}_{\iota,\varkappa}$$

Es folgt also:

Satz X. Die einzigen möglichen Transformationen, wenn das Nichtquaternionsystem seine Form behalten soll, sind:

$$\bar{e}_\lambda = \Sigma a_{\lambda,\iota} e_\iota \quad \bar{\eta}_\lambda = \eta_\lambda + \Sigma u^{\lambda}_{\iota,\varkappa}.$$

Jetzt wollen wir zu einer normalen Form der Nichtquaternionsysteme kommen, die die Verallgemeinerung der von mir in der vorhergehenden Arbeit gegebenen ist.

Zu dem Zwecke teilen wir die Zahl $x = x_1 e_1 + \dots x_r e_r$ durch die definierten Operationen in die verschiedenen Gruppen

$$x = x_{1,1} + x_{1,2} + \dots \; x_{2,2} + \dots = \Sigma x_{\iota,\varkappa}$$

und nehmen aus jeder dieser Gruppen die größte nullfaktoriale Mannigfaltigkeit heraus; diejenige, die zur $x_{\iota,\varkappa}$ gehört, sei mit $X_{\iota,1,\varkappa}$ bezeichnet

$$\sum_{\iota,\varkappa} X_{\iota,1,\varkappa} = X_1.$$

Satz XI. Gehört eine Zahl $u = \Sigma u_{\iota,\varkappa}$ zu X_1, so gehört $u_{\iota,\varkappa}$ zu $X_{\iota,1,\varkappa}$ und umgekehrt.

Die Umkehrung ist selbstverständlich.

Nehmen wir dagegen an, daß u nullfaktorial sei, aber daß irgendein $u_{\lambda,\mu}$ nicht zu $X_{\lambda,1,\mu}$ gehöre, dann gehört zu ihm eine Zahl $\sum_\nu u'_{\mu,\nu}$, womit es multipliziert, ein von 0 verschiedenes Resultat gibt. Es ist aber

$$\Sigma^{\iota}_{\iota,\varkappa \neq \mu,\lambda} u_{\iota,\varkappa} \sum_{\nu} u'_{\mu,\nu} + u_{\lambda,\mu} \sum_{\nu} u'_{\mu,\nu} = 0$$

da u nullfaktorial ist

$$\Sigma^{\nu,\iota}_{\iota \neq \lambda} u_{\iota,\mu} u'_{\mu,\nu} + u_{\lambda,\mu} \sum_{\nu} u'_{\mu,\nu} = 0$$

da aber $\iota \neq \lambda$, muß nach Satz VI separat $\Sigma^{\iota,\nu} u_{\iota,\mu} u'_{\mu,\nu} = 0$ und $u_{\lambda,\mu} \sum_{\nu} u'_{\mu,\nu} = 0$, was ein Widerspruch ist.

Es folgt also, daß durch X_1 alle nullfaktorialen Zahlen erschöpft sind; das Gehören zu X_1 ist eine charakteristische additive Eigenschaft.

Betrachten wir nun alle Zahlen aus $x_{\iota,\varkappa}$, die, mit der allgemeinen Zahl multipliziert, entweder 0 oder eine Zahl aus X_1 geben, sie seien $X_{\iota,2,\varkappa}$ und sei $X_2 = \Sigma X_{\iota,2,\varkappa}$. Man schließt wie oben, daß, wenn eine Zahl $\alpha = \Sigma u_{\iota,\varkappa}$ zu X_2 gehört, separat $u_{\iota,\varkappa}$ zu $u_{\iota,2,\varkappa}$ gehören muß.

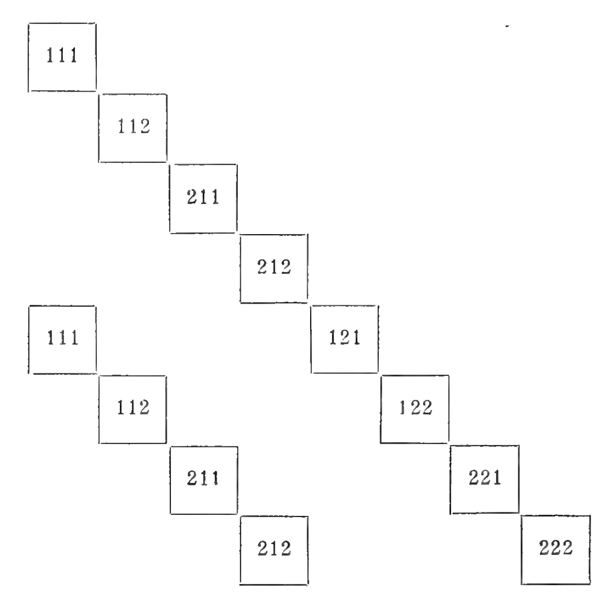
X_2 enthält X_1 und jedes $X_{\iota,2,\varkappa} X_{\iota,1,\varkappa}$. Wir können diese Schlußweise bis zur Erschöpfung aller x Zahlen fortsetzen und bekommen so eine Anzahl Gruppen

$$X_\mu = \sum_{\iota,\varkappa} X_{\iota,\mu,\varkappa} \text{ und } x_{\iota,\varkappa} = \sum_{\mu} X_{\iota,\mu,\varkappa}$$

Nehmen wir nun als erste Einheiten die unabhängigen Zahlen von $X_{\iota,1,\varkappa}$, dann die unabhängigen von $X_{\iota,2,\varkappa}$, indem wir diejenigen von $X_{\iota,1,\varkappa}$ behalten usw. so bilden diese Zahlen die Manigfaltigkeiten

$$x_{\iota,1,\varkappa} = X_{\iota,1,\varkappa},$$
$$x_{\iota,2,\varkappa} = X_{\iota,2,\varkappa} - X_{\iota,1,\varkappa}$$
$$x_{\iota,\mu,\varkappa} = X_{\iota,\mu,\varkappa} - X_{\iota,\mu-1\varkappa}$$

und $X_{\iota,\mu,\varkappa}$ kann sich nur in sich selbst und die vorigen $X_{\iota,\nu,\varkappa}$ transformieren, wenn die Normalform erhalten bleiben soll. Für $\iota = 1, 2$; $\varkappa = 1, 2$; $\mu = 1, 2$ würde die Determinante der Transformation die Form annehmen:



Die Quadrate können von Null verschiedene Glieder haben; die Zahlen im Inneren der Quadrate bedeuten die Indices der hierin enthaltenen Einheiten. Die Diagonalquadrate haben natürlich nicht verschwindende Determinante. Alle übrigen Glieder sind Null.

Nun gilt folgender

Satz XII. Habe ich irgendein Nichtquaternionsystem mit den Einheiten $e_1\ e_2, \ldots e_r$, $\eta_1, \eta_2 \ldots \eta_s$, und sei $\bar{\eta}_1\ \bar{\eta}_2 \ldots \bar{\eta}_s$ eine neue Reihe von η-Einheiten, wenn das erste System in der Normalform erscheint, so geben die Formeln:

$$\bar{x}_{\iota,\mu,\varkappa} = \bar{\eta}_\iota x_{\iota,\mu,\varkappa} \bar{\eta}_\varkappa, \quad \bar{\eta}_\iota = \eta_\iota + \Sigma u_{\lambda,\mu}^{\ \iota} \ldots\ldots \qquad T$$

eine lineare Transformation, durch welche das System mit den η-Einheiten in das mit den $\bar{\eta}$-Einheiten übergeht. Das neue System ist auch in der Normalform geschrieben.

Die Formel ist

$$\bar{x}_{\iota,\mu,\varkappa} = \bar{\eta}_\iota x_{\iota,\mu,\varkappa} \bar{\eta}_\varkappa = (\eta_\iota + \sum_{\lambda,\nu} u_{\lambda,\nu}^{\ \iota}) x_{\iota,\mu,\varkappa} (\eta_\varkappa + \sum_{\lambda,\nu} u_{\lambda,\nu}^{\ \varkappa}) = x_{\iota,\mu,\varkappa} + \sum_\lambda u_{\lambda,\iota}^{\ \iota} x_{\iota,\mu,\varkappa} + x_{\iota,\mu,\varkappa} \sum_\nu u_{\varkappa,\nu}^{\ \varkappa} + \sum_{\lambda,\nu} u_{\lambda,\iota}^{\ \iota} x_{\iota,\mu,\varkappa} u_{\varkappa,\nu}^{\ \varkappa} =$$

$$= x_{\iota,\mu,\varkappa} + x^{\iota,\mu-1,\varkappa}$$

wo $x^{\iota,\mu-1,\varkappa}$ zu $X_{\mu-1}$ gehört, aber nicht ein $x_{\iota,\mu-1,\varkappa}$ zu sein braucht.

Nehmen wir zuerst die unabhängigen $\bar{x}_{\iota,1,\varkappa} = x_{\iota,1,\varkappa}$ für alle ι und $\varkappa$, dann die unabhängigen

$$\bar{x}_{\iota,2,\varkappa} = x_{\iota,2,\varkappa} + x^{\iota,1,\varkappa}.$$

Da $x^{\iota,1,\varkappa}$ von den vorher genommenen Zahlen abhängig ist und da die $x_{\iota,2,\varkappa}$ von den $x^{\iota,1,\varkappa}$ unabhängig sind, hat die neue Mannigfaltigkeit $x^{\iota,2,\varkappa}$ so viele untereinander und von den sämtlichen $\bar{x}_{\iota,1,\varkappa}$ unabhängige Zahlen, als in $x_{\iota,2,\varkappa}$ enthalten sind. Die neu gewählten Einheiten gehören aber zu der Gruppe der Operationen ι, $\varkappa$, wie aus ihrer Definition hervorgeht, und sie gehören zu X_μ, also auch zu x_μ, denn diese Eigenschaft ist unabhängig von der Wahl der η-Einheiten. Man sieht sofort, daß die Einteilung in Gruppen in bezug auf die neuen η-Einheiten genau dieselbe ist wie die in bezug auf die η-Einheiten.

Nun kann man weiter zeigen:

Satz XIII. Das mit der Transformation T erhaltene System hat formell dieselbe Multiplikationstafel wie jedes andere System, das man aus dem ersten ohne Veränderung der η-Einheiten erhalten kann, und im allgemeinen ist jedes System mit der $\bar{\eta}$-Einheit formell identisch mit einem in der η-Einheit.

Sind zwei Systeme gleich, so gehen sie immer durch eine Transformation der e-Einheiten allein (eventuell durch eine Permutation der η) ineinander über.

Betrachten wir das System, worin unser System durch die Transformationen:

$$\eta'_\varkappa = \eta_\varkappa, \quad x'_{\iota,\mu,\varkappa} = x_{\iota,\bar{\mu},\varkappa}(\eta_\varkappa + u_{\varkappa,\varkappa}^{\ \varkappa}) = x_{\iota,\mu,\varkappa} + x_{\iota,\mu,\varkappa} u_{\varkappa,\varkappa}^{\ \varkappa} \ldots\ldots\ldots \quad T'$$

übergeführt wird, und bezeichnen wir die durch diese Transformation aus α sich ergebende Zahl mit α'.

Daß diese Formel wirklich eine Transformation liefert, ist aus einem dem oberen analogen Beweise klar.

Dieses System hat auch die Normalform, wie aus der Transformationsformel sich ergibt. Die Produkte dieses Systems sind:

$$x'_{\iota,\mu,\varkappa} \cdot x'_{\varkappa,\nu,\lambda} = x_{\iota,\mu,\varkappa}(\eta_\varkappa + u_{\varkappa,\varkappa}^{\ \varkappa}) \cdot x_{\varkappa,\nu,\lambda}(\eta_\lambda + u_{\lambda,\lambda}^{\ \lambda}) = [x_{\iota,\mu,\varkappa}(\eta_\varkappa + u_{\varkappa,\varkappa}^{\ \varkappa}) x_{\varkappa,\nu,\lambda}]'$$

Diejenigen mit den η' sind selbstverständlich.

Das System, welches aus der Transformation T hervorgeht, hat die Multiplikationstafel:

$$\bar{x}_{\iota,\mu,\varkappa} \cdot \bar{x}_{\varkappa,\nu,\lambda} = \bar{\eta}_\iota x_{\iota,\mu,\varkappa} \bar{\eta}_\varkappa \cdot \bar{\eta}_\varkappa x_{\varkappa,\nu,\lambda} \cdot \bar{\eta}_\lambda = \bar{\eta}_\iota x_{\iota,\mu,\varkappa} \bar{\eta}_\varkappa x_{\varkappa,\nu,\lambda} \bar{\eta}_\lambda =$$

$$= \bar{\eta}_\iota x_{\iota,\mu,\varkappa}(\eta_\varkappa + \Sigma u_{\lambda,\mu}^{\ \varkappa}) x_{\varkappa,\nu,\lambda} \bar{\eta}_\lambda = \bar{\eta}_\iota x_{\iota,\mu,\varkappa}(\eta_\varkappa + u_{\varkappa,\varkappa}^{\ \varkappa}) x_{\varkappa,\nu,\lambda} \bar{\eta}_\lambda =$$

$$= \overline{x_{\iota,\mu,\varkappa}(\eta_\varkappa + u_{\varkappa,\varkappa}^{\ \varkappa}) x_{\varkappa,\nu,\lambda}}$$

wo $\bar{\alpha}$ der Resultat der Transformation T auf α bedeutet. Man sieht also, daß die beiden Produkttafeln formell dieselben sind.

Habe ich irgend zwei Formen desselben Zahlensystems; von denen die erste I in den η-Einheiten, die zweite II in den $\bar{\eta}$-Einheiten geschrieben sei; so können wir die I durch eine Transformation T_1 in eine Normalform III überführen und diese einerseits durch eine Transformation der Form T in die Normalform mit den $\bar{\eta}$-Einheiten IV, anderseits durch eine Transformation der Form T' in die Normalform mit den η-Einheiten V überführen. Da IV und II beide in den $\bar{\eta}$-Einheiten geschrieben und gleich sind, existiert eine Transformation $\bar{T}_2$, die IV in II überführt. $\bar{T}_2^{-1}$ führt also II in IV über. Da aber IV und V formell identisch sind, wird V durch die zu $\bar{T}_2^{-1}$ formell gleiche Transformation T_2^{-1} in ein System VI mit η-Einheiten übergeführt, welches dieselbe Form hat wie II. I geht also durch $T_1 . T' . T_2^{-1}$ in VI über, welches dieselbe Form hat wie II. Somit ist dargetan, daß die Transformationen der η keine Form erzeugen, welche nicht durch Transformationen mit invarianten η erhalten werden kann. Zwei Systeme sind also nur dann gleich, wenn sie bei invarianten η-Einheiten gleich sind.

DAS

PERIDERM DER ROSACEEN

IN

SYSTEMATISCHER BEZIEHUNG.

VON

MARIE PRODINGER.

AUS DEM BOTANISCHEN LABORATORIUM DER K. K. UNIVERSITÄT IN GRAZ.

Mit 4 Tafeln.

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 9. JULI 1908.

Von meinem verehrten Lehrer Herrn Prof. Fritsch wurde ich mit der Aufgabe betraut, die Stichhältigkeit der Vermutung Solereder's bezüglich des Entstehungsortes des Periderms der Rosaceen, die er in seiner »Systematischen Anatomie der Dicotylen«, p. 348, auf Grund der Angaben der von ihm benutzten Quellen äußert, durch weitere Untersuchungen zu prüfen. Er spricht sich nämlich — mit Vorbehalt — dahin aus, daß »die oberflächliche Korkbildung namentlich für die Chrysobalaneen, die Pruneen, Roseen und Pomeen, die innere für die übrigen untersuchten Triben charakteristisch sei«. Der zweite Teil meiner Aufgabe sollte dann darin bestehen, die Teilungsweise bei der Peridermbildung und den Bau des fertigen primären Periderms bezüglich der systematischen Verwertbarkeit festzustellen; soweit tunlich, sollte ich auch dem Auftreten von Ringelborke, die oft schon sehr frühzeitig, im zweiten Jahre, zur Ausbildung kommt, Beachtung schenken.

Ich ging nun zuerst an das Studium der zum größten Teile schon von Solereder benutzten Quellen, deren Verzeichnis ich hier einfüge.

Anatomie.

Bouygues H., I. Note sur l'anatomie comparée de la tige etc. des Rubées et des Rosées. — II. Note sur le periderme de la tige aérienne de quelques Poteriées ligneuses. — Beides in den Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux, Sér. 6, T. 5, 1900.

Bräutigam J., Beiträge zur anatomischen Charakteristik der Rosaceenbastarde. Inaug.-Diss. Dresden, 1897.

Douliot H., Recherches sur le Periderme. Annales des sciences nat. bot., Sér. VII, T. X, 1889.

Fritsch K., Anatomisch-systematische Studien über die Gattung *Rubus*. Sitzungsb. d. kais. Akad. d. Wissensch. Wien, math.-nat. Kl., Bd. 95, H. 1 bis 5, 1887.

Höhnel v., F., Über den Kork und verkorkte Gewebe überhaupt. Dieselben Sitzungsb., Bd. 76, H. 4 und 5, 1877.

Kuhla E., Über Entstehung und Verbreitung des Phelloderms. Bot. Zentralbl., Bd. 71, 1897.

Küster E., Die anatomischen Charaktere der Chrysobalaneen. Bot. Zentralbl., Bd. 69, 1897.

Moeller J., Anatomie der Baumrinden. 1882.

Protits G., Vergleichend-anatomische Untersuchungen über die Vegetationsorgane der Kerrieen, Spiräen und Potentilleen. Sitzungsb. d. kais. Akad. d. Wissensch., Bd. 100, H. 4, 1891.

Sanio K., Vergleichende Untersuchungen über Bau und Entwicklung des Korkes. Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Botanik, Bd. 2, 1860.

Weiß J. E., Beiträge zur Kenntnis der Korkbildung. Denkschr. d. k. bayr. bot. Gesellsch. zu Regensburg, Bd. 6, 1890.

Systematik.

Focke W. O., I. Batographische Abhandlungen. 1875. — II. Synopsis Ruborum Germaniae. Naturwiss. Verein Bremen, 1877. — III. Rosaceae. In Engler's Natürl. Pflanzenfamilien, III. Teil, 3. Abt., 1894.

Gérard, L'anatomie comp. végét. appl. à la classification (Sur les Pomacées). Thèse. Paris, 1894.

Maximowicz C. J., Adnotationes de Spiraeaceis. 1879.

Schneider C. K., Handbuch der Laubholzkunde. Jena, 1894 ff.

Spach E., Monographia generis *Amygdalus*. Annales des sciences nat. bot., Sér. 2, T. 19, 1843.

Wenzig T., *Pomorieae* Lindley. Linnaea, Bd. 38, H. 2, oder N. F. Bd. IV, H. 2, 1874.

Die Durchmusterung der einschlägigen Literatur brachte mich infolge der abweichenden Angaben, auf die ich öfter stieß, bald zur Erkenntnis, daß ich, um zu einer einigermaßen hinreichenden Übersicht über die Variationsweite und die Wertigkeit einzelner Merkmale innerhalb von Gattungen oder größerer Gruppen solcher bis zu Unterfamilien zu gelangen, mich nicht mit der Untersuchung einer geringen Artenanzahl begnügen dürfe und daß auch die namentliche Angabe der wirklich untersuchten Arten trotz der dadurch bedingten Raumerfüllung notwendig sei, sollte die Arbeit nicht ziemlich erheblich an Wert verlieren. Denn es kam zum Beispiel öfter vor, daß die Befunde an meinem Material nicht mit denen eines früheren Bearbeiters übereinstimmen wollten, weil der Betreffende zur Kennzeichnung einer manchmal umfangreichen Gattung entweder nur eine Art untersucht oder die untersuchten Arten nicht benannt hatte, so daß eine Nachprüfung, wenn überhaupt, nur durch umfassende Untersuchung der betreffenden Gattung möglich war.

Zur Untersuchung benutzte ich vorwiegend Herbarmaterial, das ich durch die gütige Vermittlung von Herrn Prof. Fritsch zum größten Teile aus dem Herbar des k. k. Wiener Hofmuseums (Kustos Dr. A. Zahlbruckner), der botanischen Institute der Universitäten Wien und Berlin (Vorstände Proff. v. Wettstein, A. Engler) und des Field Museum of Natural History Chicago (Mr. Greenmann) erhielt; lebendes Material lieferten die botanischen Gärten von Graz, Wien und Berlin sowie der Schönbrunner Hofgarten; einiges erhielt ich auch von Herrn C. K. Schneider in Wien. Ich nehme die Gelegenheit wahr, an dieser Stelle den genannten Herren für die mir durch Überlassung von Material gewährte Unterstützung herzlich zu danken.

Ich führe nun kurz die Fachausdrücke an, deren ich mich in der Arbeit bediente. Unter Periderm ist das ganze Gewebe verstanden, das aus dem Korkcambium — dem Phellogen — hervorgeht, dieses selbst mit inbegriffen. Das vom Phellogen nach außen abgeschiedene Gewebe ist v. Höhnel's Phellem, das nach innen liegende Sanio's Phelloderm, Korkrindengewebe. Das Phellem ist entweder einheitlich

und besteht dann nur aus Korkzellen, also aus Elementen, deren Wände ringsum verkorkt sind, oder aus diesen und unverkorkt bleibenden, den Phelloidzellen Höhnel's. Die Wandung jeder Korkzelle besteht von außen gegen das Innere der Zelle aus der (häufig verholzten) Mittellamelle, der Suberinlamelle und dem meist ± verholzten Zelluloseschlauch. Schwammkork besteht aus zartwandigen Zellen mit gewellten Radialwänden. Derbwandiger oder Plattenkork ist jener, dessen Suberinlamelle ± stark verdickt ist; hat dagegen die Zelluloselamelle Verdickung und Verholzung erfahren, dann ist von sklerotischem oder Steinkork zu sprechen (Moeller).

Einer Rechtfertigung bedarf noch die Verwendung der Bezeichnung Pericykel für eine ± scharf begrenzte Zone zwischen Gefäßbündelring (die Bastbündel fallen bereits in den Pericykel) und primärer Rinde der ober- und unterirdischen Stammorgane; diese Zone umfaßt somit parenchymatische und prosenchymatische Elemente (Bastzellen). Ich wähle diesen Ausdruck zur Bezeichnung der Lage des Periderms der Kürze wegen und schließe mich darin den französischen Botanikern sowie Fischer[1] an; ich gebrauche ihn überall dort, wo sich im Stamme eine ± typische Endodermis findet, oder per analogiam auch dann, wenn in sehr einheitlichen Gattungen wie *Potentilla, Geum* usw. die Endodermis bei manchen Arten fehlt oder nur in Andeutungen vorhanden ist, der Entstehungsort des Periderms jedoch gleichbleibt und endlich dann, wenn bei fehlender Endodermis das Periderm nicht außerhalb, sondern, was nur selten der Fall ist, innerhalb der primären Bastbündel in einer zwischen diesen und dem Leptom liegenden parenchymatischen Zellreihe von meristematischem Charakter entsteht, die nicht, wie einige Autoren angeben, dem Leptom zuzurechnen sein dürfte; denn es ließ sich zum Beispiel bei *Physocarpus* beobachten, daß diese Zellreihe schon in unmittelbarer Nähe der Vegetationsspitze einige wenige tangentiale Teilungen einging, die neugebildeten Wände jedoch vorläufig ganz zart blieben und erst nach einigen Internodien, in einer Entfernung von 1 bis 2 *dm* von der Spitze, weitere Teilungen eintraten. Douliot, der sich vor allem mit der Frage nach dem Entstehungsorte des Periderms beschäftigt hat,[2] bestreitet die Bildung von primärem Periderm aus dem Leptom überhaupt völlig; nach seinen Untersuchungen handelt es sich in diesen fraglichen Fällen um Entstehung aus dem Pericykel.

Mit dem Pericambium (Pericykel) der Wurzel hat dieser Stammpericykel nur die Lage gemein.

Zum sicheren Nachweis des Korkes legte ich entweder die Schnitte in Chromsäure, in der sich alles mit Ausnahme der verkorkten Elemente löste, oder ich wandte nach Reinigen der Schnitte mit Eau de Javelle eine ammoniakalische Lösung von Säuregrün[3] (Grünfärbung des Korkes allein durch nachträgliches Auswaschen mit stark verdünnter Salzsäure) oder Doppelfärbung mit Säuregrün und Kongorot an. Am besten und einfachsten jedoch färbt man die gereinigten Schnitte nach Kroemer's[4] Anweisung durch Erwärmen mit Sudan-(III)-Glyzerin, wobei der Kork braunrot, die Holzelemente blaßrosa werden. Für gewönlich genügt es übrigens, die von trockenem Material gewonnenen Schnitte nach Sanio's[5] Vorschrift mit Ammoniak zu behandeln, wodurch die Zellen ihre ursprüngliche Gestalt wieder erhalten und der Zellinhalt zum Teil gelöst wird.

Untersucht wurden die oberirdischen Stammteile, bei den Stauden der Rhizome, wenn möglich auch die Wurzeln, welche wie die Rhizome, was im speziellen Teile an *Exochorda* und *Rosa* gezeigt werden soll, ein abweichendes Periderm besitzen können, das anscheinend[6] phylogenetisch älter und damit zur Aufdeckung verwandtschaftlicher Beziehungen wertvoll ist. Ein sehr wichtiges Unterscheidungsmerkmal geht dem Wurzelperiderm allerdings ganz ab, indem der Ort des Beginnes der Peridermbildung regelmäßig das Pericambium ist.[7]

---

1 Der Pericykel in den freien Stengelorganen. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. 35, 1900.

2 Douliot, a. a. O.

3 Straßburger, Botanisches Praktikum.

4 Bibliotheca botanica, H. 59, 1903. Kroemer, Wurzelhaut, Hypodermis und Endodermis der Angiospermenwurzel.

5 Sanio, a. a. O. p. 106.

6 Siehe im speziellen Teile unter *Rosa*.

7 Solereder, a. a. O. p. 978.

In den Stammteilen dagegen kann, wie es schon Sanio[1] gefunden und Weiß[2] als systematisch sehr wichtig festgestellt hat, dem primären Periderm den Ursprung geben: 1. die Epidermis, 2. die subepidermale Zellschicht, 3. eine tiefer gelegene Zellreihe der primären Rinde, 4. ihre innerste Reihe, 5. der Pericykel. Der Entstehungsort bleibt nicht bloß für die Spezies, sondern meist für die Gattung oder zusammengehörige Gruppen von Gattungen, für Unterfamilien und sogar Familien gleich je nach der nahen Verwandtschaft der Glieder und ihrer sonstigen Einheitlichkeit in Bau und Lebensweise. Gering ist die Konstanz dieses Merkmals dagegen bei großen, aus stark voneinander abweichenden Elementen zusammengesetzten Familien, wie zum Beispiel bei den Leguminosen und Rosaceen, bei welchen sich alle fünf Typen, die oben aufgezählt sind, verwirklicht finden. Beide sind aber auch in systematischer Beziehung reichlich untergeteilt, die Leguminosen in drei, die Rosaceen nach Focke's Bearbeitung[3] gar in sechs Unterfamilien, denen von anderen Systematikern vielfach der Rang von Familien zuerkannt wurde.

Die Rosaceen umfassen Bäume, Sträucher, Stauden und Kräuter in der Verteilung, daß (nebst den Quillajeen) den Pomoideen, Prunoideen und Chrysobalanoideen Baum- und Strauchformen, den Spiräoideen vorzugsweise Strauchformen zukommen, die Rosoideen alle vier Ausbildungsformen, doch (nach der Anzahl der Gattungen, wenn auch vielleicht nicht der Arten) hauptsächlich die staudige umfassen, die Neuradoideen Kräuter und Stauden sind. Nach dieser morphologischen Gestaltung ist auch im allgemeinen der Ort der Korkbildung festgelegt; oberflächliches (epi- oder subepidermales) Periderm weisen die drei erstgenannten, in sich einheitlich gebauten Unterfamilien der Pomoideen, Prunoideen und Chrysobalanoideen auf, die typischen Rosoideen (Potentilleen, Ulmarieen, Sanguisorbeen und Roseen) lassen es im Pericykel entstehen; bei den Spiräoideen, die nach Maximowicz,[4] dem sich Focke[5] anschließt, vermutlich die älteste Gruppe und Ausgangspunkt der anderen Rosaceen sind, ist pericyklische und Entstehung in der primären Rinde mit Ausnahme ihrer äußersten Zellschichte unter den Spiräen und Holodisceen, epidermale bei den Quillajeen (von denen die Pomoideen abstammen sollen) für das Periderm kennzeichnend. Die baumartigen Formen haben also, wie das auch sonst, wenn auch mit Ausnahmen, Regel ist — man vergleiche Solereder's[6] und Moeller's[7] Zusammenstellungen — vorwiegend oberflächliches, die Stauden dagegen pericyklisches Periderm; die strauchigen Formen hinwieder haben sich größere Freiheit bewahrt, sie schließen sich bezüglich des Ortes der Peridermbildung ihren nächsten Verwandten an und zeigen darnach alle fünf Typen.

Die Neuradoideen habe ich hier nicht weiter berücksichtigt, weil sie sich ihrer Eigentümlichkeiten wegen in den Kreis der Rosaceen nicht einfügen wollen und, wie ich im speziellen Teile zeigen werde, besser aus ihnen herausgenommen werden.

Hinweisen möchte ich vorläufig noch auf die isolierte Stellung von *Rhodotypus*, der mit *Kerria* und *Neviusia* die Tribus der Kerrieen bildet, aber durch subepidermale Entstehung des Periderms abweicht, die unter sämtlichen Rosoideen nur noch bei wenigen Arten der ganz anders gebauten Cercocarpeen auftritt; diese stehen ihrerseits ebenfalls wie die ihnen verwandten Dryadinen *Fallugia, Cowania* und *Dryas* wie in ihrem sonstigen Bau auch bezüglich des — nicht pericyklischen, sondern meist in der primären Rinde entstehenden — Periderms unter den Rosoideen isoliert; ich komme darauf im speziellen Teile noch zurück.

---

[1] Sanio, a. a. O. p. 42.

[2] Weiß, a. a. O. p. 46.

[3] Focke, a. a. O. p. 1 ff.

[4] Maximowicz, a. a. O. p. 54 (158).

[5] Focke, III., a. a. O. p. 11.

[6] Solereder, a. a. O. p. 963 f.

[7] Moeller, a. a. O. p. 406 f.

Die Teilungsweise ist für die Rosaceen mit Ausnahme der typischen Rosoideen die gewöhnliche zentripetale bezüglich des Phellems, zentrifugal bezüglich des Phelloderms, wobei sämtliche Elemente eines Periderms aus einer Mutterzelle hervorgehen. Für die typischen, phelloidführenden Rosoideen gilt jedoch die von J. E. Weiß[1] gefundene Teilungsart mit Mutter- und Tochterphellogen, die im besonderen Teile in den einleitenden Bemerkungen zu den Rosoideen geschildert ist.

Was nun das Phelloid betrifft, dessen Vorkommen oder Fehlen ebenfalls ein wichtiges Merkmal darstellt, so ist sein Auftreten für die Neillieen unter den Spiräoideen und für die typischen Rosoideen konstant; merkwürdig ist sein Vorkommen in den Wurzeln der Quillajee *Exochorda* und den unterirdischen Teilen von *Rosa*, die oberirdisch Schwammkork ohne Phelloid ausbildet. Auch darauf wird im besonderen Teile noch näher eingegangen.

Im Anschlusse an das Phelloid habe ich noch einer Eigentümlichkeit im Baue der Korkzellwände jener Pflanzen zu gedenken, in deren Periderm immer nur je eine Korkzelle mit einer bis vielen Phelloidzellen wechsellagert; es sind dies alle phelloidführenden Rosaceen mit alleiniger Ausnahme von *Physocarpus*. Hierbei handelt es sich um stärkere Verkorkung der Radialwände in einem ± breiten ringsum laufenden Bande, entstanden durch Verdickung der Suberinlamelle auf Kosten der an dieser Stelle dünneren oder auch ganz fehlenden Mittellamelle (nach Kroemer's[2] Untersuchungen an Endodermiszellen wäre dies das letzte Stadium der Caspary'schen Streifen oder Punkte, das mit der vollständigen Verkorkung der betreffenden, anfangs ja nicht verkorkten Zellen einsetzt; bei den hier in Betracht kommenden Gattungen, und zwar auch in den Wurzeln von *Physocarpus*, zeigten, soweit dies festgestellt werden konnte, sowohl Endodermis- als Korkzellen in der Jugend den Caspary'schen Streifen). Jene Besonderheit nahm zuerst v. Höhnel[3] bei *Heterocentron*, besonders deutlich bei *Callistemon* und anderen Myrtaceen wahr, bei denen es teilweise bis zum völligen Verschwinden der Mittellamelle kommt durch ihre Einbeziehung in die Suberinlamelle.

Es ist dies nach v. Höhnel eine Vorsichtsmaßregel der Pflanzen gegen die schädlichen Einwirkungen, welche die Interzellularräume des Phelloids in einem Gewebe von der Funktion des Korkes ausüben. Diese Interzellularräume entstehen bei den Rosaceen, wie bei den von v. Höhnel untersuchten Pflanzen, wenn mehrere Phelloidzellreihen hintereinander vorkommen, zwischen diesen, sowie schwächer zwischen Phelloid- und innen folgender Korkzelle, ausschließlich an dieser Stelle bei einreihigem Phelloid. Zwischen Kork- und innen folgender Phelloidzelle fehlen sie dagegen. Ihre Größe ist individuellen Schwankungen unterworfen, aber auch verschieden nach Art und Gattung sowie dem relativen Alter der sie einschließenden Zellen.

Darnach ist das Phelloid der Rosaceen ein passives Trennungsphelloid im Sinne v. Höhnel's, und zwar findet die Trennung allermeist durch Auseinanderweichen der hier fast durchgehends in schönen tangentialen Reihen angeordneten Phelloidzellen oder bei einreihigem Phelloid zwischen diesem und innen folgender Korkzelle statt. Nur beim Periderm der oberirdischen Teile von *Physocarpus*, in welchem zwischen mehreren Korkzellreihen eine einzige sehr dünnwandige Phelloidzellreihe liegt, erfolgt die Trennung durch Zerreißen der Phelloidzellen.

Die erwähnte stellenweise stärkere Verkorkung kann auch bei Pflanzen mit schwacher Peridermbildung — ohne Phelloid — vorkommen; v. Höhnel beobachtete sie da und dort im Periderm von *Pirus Malus*,[4] aber keineswegs an allen Zellen. Wie mir eine flüchtige Untersuchung zeigte, tritt sie auch bei andern Pomoideen auf; da sie bei ihnen jedoch systematisch ohne Bedeutung zu sein scheint, schenkte ich ihr nicht viel Beachtung, zumal ihr Nachweis hier sehr zeitraubend ist (durch stundenlange

---

[1] Weiß, a. a. O. p. 22.

[2] Kroemer, Bibliotheca botanica, H. 59, 1903.

[3] v. Höhnel, a. a. O. p. 610 ff.

[4] v. Höhnel, a. a. O. p. 464 u. 565.

Behandlung mit Chromsäure wird die Mittellamelle der Korkzellen mit Ausnahme dieser verkorkten Stellen gelöst).

Bezüglich der andern Merkmale, die von geringerer Wichtigkeit sind, verweise ich auf den besonderen Teil, der den Peridermbau von neunzig Rosaceengattungen (die wenigen fehlenden konnten nicht beschafft werden) enthält; der Schluß bringt die Zusammenfassung des Gefundenen.

Hauptteil.

Die Rosaceen umfassen nach Focke[1] sechs Unterfamilien, die im folgenden gesondert behandelt sind; es sind dies:

I. *Spiraeoideae.*
II. *Pomoideae.*
III. *Rosoideae.*
IV. *Neuradoideae.*
V. *Prunoideae.*
VI. *Chrysobalanoideae.*

I. Spiraeoideae.[2]

1. Spiraeae.[3]

Untersuchte Arten:[4]

Physocarpus monogyna O. Ktze.
» *opulifolia* Rafin.
» *capitata* O. Ktze.
» *amurensis* O. Ktze.
Neillia thyrsiflora Don.
» *sinensis* Oliv.
» *rubiflora* D. Don.
Stephanandra incisa Zabel.
» *Tanakae* Franch.

} *Neillieae.*

Spiraea L.

1. Subgenus: **Euspiraea.**

1. Sektion: *Chamaedryon.*

Spiraea prunifolia S. et Z.
» *Thunbergi* Sieb.
» *hypericifolia* L.
» *crenata* L.
» *cana* W. et K.
» *media* Schmidt.

} *Spiraeae* im engeren Sinne.

---

1 Die Einteilung schließt sich im allgemeinen der von Focke an (a. a. O., III), die Anordnung der Arten folgt dagegen der von C. K. Schneider (a. a. O.) getroffenen, und zwar bei den Spiräoideen, Pomoideen und Prunoideen. Im übrigen sind die systematischen Werke, nach denen die Anordnung vorgenommen wurde, von Fall zu Fall angegeben. Bei Synonymie wurde auch der Index kewensis zu Rate gezogen.

2 Einteilung nach Focke, III, in Spiräen, Quillajeen, Holodisceen.

3 Einteilung nach Maximowicz in Neillieen, Spiräen i. e. S. und Gillenieen.

4 Einteilung der Arten nach C. K. Schneider, a. a. O.

Spiraea flexuosa Fisch.	*Spiraeae* im engeren Sinne.
» *chamaedryfolia* L. f. *ulmifolia*	
» » f. *alnifolia*	
» *chinensis* Maxim.	
» *cantoniensis* Lour.	
» *trilobata* L.	
2. Sektion: *Calospira.*	
Spiraea Hacqueti Fenzl et K. Koch.	
» *vaccinifolia* Don.	
» *japonica* L.	
3. Sektion: *Spiraria.*	
Spiraea salicifolia L.	
» *Douglasii* Hook.	
2. Subgenus: **Homoiospira ea.**	
Spiraea parvifolia Benth.	
Petrophytum caespitosum Nutt.	
Sibiraea laevigata Maxim.	
» *croatica* Degen.	
Eriogynia pectinata O. Ktze.	
Aruncus silvester Kostel.	
Sorbaria alpina Dipp.	*Gillenieae.*
» *lindleyana* Maxim.	
» *sorbifolia* A. Br.	
Chamaebatiaria millefolium Maxim.	
Gillenia trifoliata (L.) Mnch.	
» *stipulacea* Nutt.	

2. Quillajeae.

Quillaja sellowiana Thiele.
» *emarginata* R. Pav.
Kageneckia angustifolia Don.
» *oblonga* R. et Pav.
Lindleya mespiloides H. B. Kunth.
Vauquelinia corymbosa H. B. Kunth.
Exochorda grandiflora Lindl.
» *Alberti* Rgl.

3. Holodisceae.

Holodiscus argenteus Maxim.
» *dumosus* Heller
» *australis* Heller
» *discolor* f. *ariaefolius* A. et Gr.

1. Spiraeae.

Physocarpus. Das Periderm der oberirdischen Stammteile entsteht nach den Angaben von Sanio, Weiß, Douliot und Moeller sowie meinen eigenen Untersuchungen in einer unmittelbar innerhalb der

ziemlich großen Bastzellen liegenden Zellreihe, die nach der Ausführung in der Einleitung nicht dem Leptom, sondern dem Pericykel angehört.

Zunächst wird nach innen eine (selten zwei, drei) Phellodermzellen abgetrennt, dann entstehen durch zentripetale Teilungen je eine Phelloid- und je drei (seltener zwei) Korkzellen bis zu dreimal hintereinander je nach dem Zeitpunkte des Beginnes der Korkbildung und dem Alter des betreffenden Zweigstückes, so daß bis zum Herbste des ersten Jahres an der Basis eines Zweiges drei, an seiner Spitze vielleicht nur eine Lamelle (aus einer Phelloid- und drei Korkzellen zusammengesetzt) zur Entwicklung gelangt sind. Alle diese Zellen sind dünnwandig, die Korkzellen (von Schwammkorktypus) radial und tangential gleich lang, ihre Radialwände gewellt, die Phelloidzellen radial beträchtlich kürzer und geradwandig.

Gegen den Herbst zu wird eine letzte (2. bis 4.) Lamelle mit einer Phelloid- und nur einer Korkzelle gebildet. Die Wände dieser Lamelle sind gerade und verdickt (Fig. 1).

Im nächsten Frühjahr wiederholt sich der ganze Vorgang: zuerst wird wieder Phelloderm, dann ein bis drei dünnwandige, endlich wieder die dickwandige Lamelle gebildet; sämtliche Peridermelemente beider Jahre gehen aus einer einzigen Phellogenzelle hervor.

Moeller gibt zwar am angeführten Orte schon für das zweite Jahr Wiederholung der Korkbildung in einer weiter innen, bereits im Leptom liegenden Zellschicht an und damit Entstehung von Ringelborke; ich konnte jedoch zu diesem Zeitpunkte nur das Auftreten eines schwachen sekundären Bastringes bemerken, innerhalb dessen möglicherweise im dritten Jahre ein neues Periderm angelegt wird.

Die Ablösung des Periderms erfolgt in langen dünnen Streifen, zu welchem Zwecke die sehr dünnwandigen Phelloidzellen zerrissen werden — Höhnel's passives Trennungsphelloid. Interzellularen fehlen. Im zweiten Jahre ist von dem reichlichen Korke des Vorjahres meist nur mehr die letzte Lamelle mit den verdickten Wänden zu sehen.

Ausnahmsweise treten mehrere Phelloidzellen hintereinander auf oder sie fallen auf längere oder kürzere Strecken ganz aus, so daß erst nach fünf, sechs Korkzellen wieder eine Phelloidzelle wahrzunehmen ist; da außerdem die Tangentialwände nicht fortlaufend aneinanderschließen, so ist das Bild dieses Periderms von denen der anderen phelloidführenden Rosaceenperiderme sehr verschieden.

In der Wurzel geht die Korkbildung im Pericambium vor sich; es entsteht abwechselnd eine Phelloid- und eine Korkzellreihe, manchmal als erstes Teilungserzeugnis durch eine zentrifugale Wand eine Phellodermzelle. Die Phelloidzellen stimmen mit denen der oberirdischen Stammteile überein, die Korkzellen sind dagegen niedrig, ihre Radialwände nicht gewellt, sondern gerade.

Neillia und ***Stephanandra.*** Das Periderm entsteht an gleicher Stelle wie bei *Physocarpus* und setzt sich auch hier aus Phelloid, Kork und Phelloderm zusammen, doch in anderen Zahlenverhältnissen der erstgenannten Bestandteile.

Zuerst wird eine, selten zwei oder drei Phellodermzellen gebildet, auf ± großen Strecken des Querschnittes auch gar keine; dann erfolgt abwechselnde Bildung einer, weiter innen zweier dünnwandiger Phelloidzellen und einer, seltener zweier, etwas dickwandiger Korkzellen (Fig. 3), deren erste Reihe bei *Stephanandra* tangential und radial gleich hoch ist, während die späteren Reihen sowie die sämtlichen von *Neillia* tangential abgeplattet sind. Die Suberinlamelle des mittleren Teiles der Radialwände ist bei beiden Arten auf Kosten der Mittellamelle, wie in der Einleitung angegeben, etwas verdickt.

Die Zellen sind in regelmäßigen radialen und tangentialen Reihen angeordnet, zwischen den Phelloidzellen bilden sich Interzellularen aus, die sich mit dem wachsenden Alter des Gewebes vergrößern bis zur vollständigen Trennung der Tangentialreihen und Ablösung der äußeren Partien des Periderms in langen Streifen.

Das Wurzelperiderm von *St. Tanakae* erfährt gleiche Ausbildung wie das der oberirdischen Stammteile, nur entsteht es in der ersten Zellreihe des Pericambiums innerhalb der Endodermis, außerhalb der Bastzellgruppen. Von den zwei Phelloidzellen einer Lamelle, und zwar vorwiegend der jeweils ältesten, zeigt sehr häufig die äußere, manchmal auch die innere sehr starke Verdickung der Innenwand (Fig. 2),

so daß manchmal fast das ganze Lumen davon ausgefüllt ist; da diese Verdickung verholzt ist, dürfte sie den Zweck haben, bei Wasseraufnahme durch ihre Quellung und Ausdehnung das Zerreißen des unverdickt gebliebenen Teiles der radialen Wände und die Abtrennung des außen liegenden Gewebes herbeizuführen.

Sämtlichen Neillieen ist also pericyklische Peridermbildung der oberirdischen Teile und der Besitz von Phelloid eigen.

Bei ***Spiraea*** ist die Korkbildung der beiden Subgenera verschieden; zuerst werde die von ***Euspiraea*** behandelt (Fig. 4, 5). Hier geht die außerhalb des ± unterbrochenen Bastringes in einer unmittelbar an ihn anschließenden oder durch ein bis drei assimilierende Parenchymzellen von ihm getrennten Zellreihe vor sich, an die aber immer außen die ganz verkorkte, mit verdickten Außen- und von da nach innen schwächer verdickten Radialwänden versehene Endodermis grenzt (Douliot,[1] Fig. 27).

Phelloidzellen werden abweichend von den Neillieen nicht gebildet, nur Kork und Phelloderm. Die Korkzellen entstehen durch zentripetale Teilung und zeigen gleiche Verdickung der Suberinlamelle wie die Schutzscheide.

Phelloderm wird im Anfang ziemlich reichlich gebildet, doch nicht, wie Weiß (a. a. O.) angibt, erst nach der dritten Korkzelle, sondern oft schon nach der ersten; in diesem Falle wird etwa abwechselnd eine Kork-, eine Phellodermzelle gebildet, bis ungefähr vier von letzteren entstanden sind, dann unterbleibt weitere Phellodermbildung, während sich noch weitere Korkzellen entwickeln. Liegen aber außerhalb des Bastringes assimilierende Parenchymzellen, so unterbleibt die Phellodermbildung oder geht nur an jenen Stellen vor sich, wo das Parenchym fehlt. Daraus läßt es sich erklären, wieso Weiß der Gattung ein Phelloderm zuschreibt, während Douliot es ihr nach seinen Befunden an *Sp. hypericifolia*, *flexuosa* und *ulmifolia* abspricht. Von den 16 untersuchten, allen drei Sektionen von *Euspiraea* angehörigen Arten zeigte sich solch teilweises Auftreten von Korkrindenzellen an *Sp. hypericifolia*, *media*, *flexuosa*, *chamaedryfolia* und *trilobata* der ersten, *Sp. Hacqueti* und *vaccinifolia* der zweiten, *Sp. salicifolia* und *Douglasii* der dritten Sektion.

Möglicherweise verhalten sich auch die einzelnen Individuen in dieser Hinsicht verschieden; ferner werden Irrungen dadurch begünstigt, daß in den Phellodermzellen Radialwände sekundär entstehen und nachträgliche Verschiebungen eintreten — *Sp. cana*. Interzellularen treten im Phelloderm, sehr kleine auch im Kork auf.

Die Korkzellen sind tangential und radial ungefähr gleich lang, die Phellodermzellen radial weniger gestreckt; die beiderlei Elemente sind in tangentialen Reihen angeordnet, am regelmäßigsten die Korkzellen.

Die Ablösung der älteren Zellreihen erfolgt ohne Zerreißen der verdickten Korkwände durch Größerwerden der vorgebildeten Interzellularen; sie erfolgt hier nicht in Streifen, sondern kleinen Schuppen. Das außerhalb der Schutzscheide liegende Rindengewebe stirbt schon vor der Korkbildung ab durch das Verkorken der Schutzscheide und wird ohne diese abgestoßen.

In der Wurzel entsteht das Periderm außerhalb des Bastringes unmittelbar innerhalb der verkorkten Schutzscheide, deren Zellwände wie die der wenigen Korkzellreihen dünn sind. Die tangentiale Streckung der Zellen ist ziemlich beträchtlich, Phelloderm und Phelloid fehlt (Fig. 4).

In den oberirdischen Stammteilen von *Sp. parvifolia* (Fig. 6, 7), einem Zwergstrauch mit sehr dünnen, niederliegenden Zweigen, dem einzigen Vertreter des Subgenus ***Homoiospiraea,*** ist keine Endodermis ausgebildet, das parenchymatische Gewebe der primären Rinde nur wenige Zellreihen stark; phellogen wird die erste innerhalb der aus sehr dickwandigen Zellen bestehenden Bastbündel liegende Zellreihe, aus der ungefähr ebensoviel Phellodermzellen als — anfangs dünnwandige, hohe — Korkzellen von Schwammkorktypus mit gewellten Radialwänden hervorgehen (Fig. 7). Während aber die Suberin-

---

[1] Douliot (a. a. O.).

lamelle unverändert bleibt, verdickt und verholzt sich die innere Zelluloselamelle tangential innen und an den Radialwänden nach außenhin abnehmend beträchtlich, füllt oft die Hälfte des ganzen Zellraumes aus und bildet zahlreiche, auch verzweigte Tüpfelkanäle (Fig. 6). *Sp. parvifolia* unterscheidet sich also durch Entstehungsort und Bau des Periderms erheblich von den übrigen *Spiraea*-Arten und steht ihnen in dieser Beziehung sogar ferner als *Petrophytum* und *Sibiraea.* — Nach innen schließt sich dem Phelloderm unmittelbar ein sekundärer Bastring an, innerhalb dessen möglicherweise später ein sekundäres Periderm entsteht. — Die Wurzel konnte nicht untersucht werden.

Petrophytum. Das Periderm der oberirdischen Stammteile entsteht unmittelbar innerhalb einer Endodermis, deren Zellen wohl verkorkt, aber viel schwächer verdickt sind als die Korkzellen, und unmittelbar oder nur durch ein, zwei Zellreihen von ihnen getrennt außerhalb der Bastbelege des Leptoms. Es wird nur aus Kork und Phelloderm gebildet, welch letzteres sich sehr schwach, meist nur in einer Zellreihe, entwickelt oder ganz fehlt. Die Korkzellen sind wie die von *Spiraea* ausgebildet, also tangential außen und radial, nach innen zu schwächer, verdickt und wie bei *Spiraea* verkorkt, mit der die Gattung im Baue des Periderms im ganzen übereinstimmt. Die Zellen sind tangential wenig gestreckt; die tangentiale Reihenanordnung nicht gestört (Fig. 9).

Sibiraea. Der Entstehungsort des Periderms der oberirdischen Stammteile befindet sich mindestens eine, in der Regel jedoch (und zwar auch oft am selben Querschnitte) mehrere Zellreihen von dem, vielfach unterbrochenen breiten Bastring des Leptoms entfernt mitten in der primären Rinde, die etwa zehn Parenchymzellreihen aufweist. Die außerhalb des Periderms liegende Rinde wird frühzeitig abgestoßen, und zwar schon nach Bildung der ersten Korkzelle. Schutzscheide ist hier keine vorhanden.

Phelloid und Phelloderm fehlt, Teilungsfolge ist rein zentripetal; die Korkzellen sind in tangentialen Reihen angeordnet, ihre Wände genau wie bei *Spiraea* verdickt (Fig. 5).

Eriogynia. Phellogen wird in den oberirdischen Stammteilen die erste Zellreihe innerhalb der verkorkten Schutzscheide, außerhalb des Leptoms (Fig. 8). Die für *Spiraea* so kennzeichnende Verdickung der Schutzscheide und der Korkzellen fehlt hier, die Wände sind dünn. Ausgebildet waren an dem noch jungen Zweige nur zwei Reihen von Korkzellen. Phelloid und Phelloderm fehlt. Die primäre Rinde geht mit Rücklassung der Schutzscheide ab. Die Zellenfolge ist rein zentripetal, die Zellen sind tangential etwas mehr gestreckt als radial.

In der Wurzel ist das Periderm pericambial, sonst alles gleich, auch volle Übereinstimmung mit der Wurzel von *Spiraea.*

Aruncus. Das Periderm wird im Rhizom unmittelbar außerhalb des acht bis zwölf Zellreihen breiten, vielfach unterbrochenen Bastringes oder, falls die Sklerenchymzellen der Markstrahlen etwas über die Bastbündel greifen, auch außerhalb dieser einzelligen Reihe gebildet. Diese Sklerenchymzellen strecken sich nicht selten und teilen sich durch eine Tangentialwand, weiter geht ihre Teilung jedoch nicht, nur strecken sich beide Zellen noch ziemlich bedeutend in radialer Richtung (Fig. 11).

Die Phellogenzelle bildet zuerst durch zentrifugale Teilung drei bis fünf Phellodermzellen, dann durch eine zentripetale Wand eine Korkzelle, wieder Phelloderm usw., doch dieses immer reichlicher als Kork, so daß zum Beispiel auf drei Korkzellen mindestens sechs Phellodermzellen kommen (Fig. 10). Diese strecken sich radial mehr oder weniger je nach ihrer Lage ober den später isolierten Bastbündeln oder zwischen diesen, so daß sie radial und tangential mindestens gleich lang, häufig aber radial länger sind; infolge ihrer gegenseitigen Abrundung entstehen zahlreiche, oft sehr beträchtliche Interzellularräume, namentlich ober den Markstrahlen, wo das Gefüge des Phelloderms infolge der starken tangentialen Dehnung sehr locker und die radiale Anordnung der Zellen verwischt ist. — Zellwandverdickung fehlt bei Kork und Phelloderm, die Anordnung in tangentiale Reihen ist häufig gestört. — Vom Rindenparenchym ist der Kork durch eine verkorkende Schutz-

scheide getrennt, außerhalb welcher sich das Gewebe bald bräunt und abstirbt. — Phelloidzellen fehlen. — In Schutzscheide, Kork und Phelloderm können nachträglich radiale Wände auftreten, was jedoch nicht häufig der Fall ist, in erster auch tangentiale.

In der Wurzel bildet sich das Periderm ebenfalls unmittelbar innerhalb der Schutzscheide, die Teilungsfolge ist rein zentripetal, es entsteht also nur Kork; dessen Zellen sind tangential abgeplattet und von geringer Größe, wie im Rhizom.

Sorbaria. Das Periderm wird in den oberirdischen Stammteilen unmittelbar[1] außerhalb des vielfach unterbrochenen Bastringes oder durch eine, selten mehr Zellreihen von diesen getrennt angelegt, etwa sechs Zellreihen von der Epidermis getrennt; die vorwiegend collenchymatische primäre Rinde wird bald nach Beginn der Peridermbildung braun und stirbt ab, trotzdem bleibt sie lange an den Zweigen erhalten, an den unteren Teilen eines im Dezember geschnittenen Zweiges bildete sie, obwohl stark rissig und zerbrechlich, doch noch einen fast vollständigen Überzug. — Schutzscheide fehlt. — Nur Kork und Phelloderm ist entwickelt; die Korkzellen sind tangential abgeplattet und wenig verdickt; diese Verdickung tritt an den äußeren Tangentialwänden auf und setzt sich, nach innen schwächer werdend, auf den Radialwänden fort, sie gehört der Suberinlamelle an.[2] Bei *Sp. alpina* stehen die Korkzellen numerisch den Phellodermzellen wenig nach, Verhältnis etwa 8 : 12, bei *Sp. Lindleyana* dagegen ist es 4 : 12 im ersten Jahre; die beiden Zellarten entstehen abwechselnd etwa in den soeben angegebenen Verhältnissen, wobei die Bildung der Korkzellen der der Phellodermzellen anscheinend immer vorangeht. Die äußerste Korkzelle ist meist beträchtlich größer als die übrigen und radial und tangential in der Regel von gleichem Durchmesser. Der Kork hält tangentiale Reihenanordnung inne und bildet nicht selten sekundäre radiale, verkorkende Wände aus.

Das Phelloderm ist, wie erwähnt, sehr reichlich entwickelt und zeigt besonders bei *Sp. alpina* sehr starke Verschiebungen, vornehmlich außerhalb der Markstrahlendigungen, wo der Bastring unterbrochen ist; hier drängen sich von unten Parenchymzellen zwischen die Phellodermzellen ein und verursachen starke Störungen, so daß manchmal nur die ein oder zwei jüngsten Phellodermzellen ungestörte Lagerung zeigen. Da hier, manchmal auch im Korke selbst, tangential schiefe und radiale Wände auftreten, da sich ferner auch die ursprünglich vorhandene einzelne Parenchymzelle mehrmals teilen kann und, wie die manchmal Winkel bis zu 30° mit dem Radius des Stammteiles einschließenden Radialreihen des Phelloderms zeigen, starke Spannungen hier herrschen, können die Störungen so stark werden, daß man nicht ein Phelloderm, sondern ein primäres Rindenparenchym vor sich zu sehen glaubt; doch gestattet der Vergleich mit ungestörten (namentlich über tangential breiteren Bastbündeln liegenden) Teilen desselben Querschnittes, ferner Beobachten jüngerer Stadien die Richtigstellung dieser Ansicht, sowie der Vergleich mit *Sp. Lindleyana* und *sorbifolia,* wo die Störungen nur selten so weit gehen wie bei *Sp. alpina;* das dürfte wohl zum Teile auf das im Verhältnis zur Länge gleich alter Stammstücke schwächere Dickenwachstum von *Sp. Lindleyana* und *sorbifolia* zurückzuführen sein.

In der Wurzel wird das Pericambium phellogen; Phelloderm fehlt, die Korkzellen sind tangential gestreckt (der Radial- verhält sich zum Tangentialdurchmesser wie 1 : 2), ihre Wände sind dünn.

Chamaebatiaria. Das Periderm der oberirdischen Stammteile entwickelt sich schon sehr früh im ersten Jahre, und zwar gleich innerhalb einer verkorkten Endodermis, deren Zellen sich ein- bis dreimal

---

1 Weiß gibt a. a. O. p. 30 eine Entfernung von acht bis zehn Zellreihen vom Bastringe an, was ich an meinem Materiale nie beobachten konnte.

2 Die Abbildung des Periderms von *Holodiscus* gilt auch für *Sorbaria,* wenn man von der gestörten tangentialen Reihenanordnung der Korkzellen absieht.

teilen können, doch sind nach der Teilung häufig nicht sämtliche Nachkommen verkorkt, sondern die äußerste oder die zwei äußersten unverkorkt; von dem der Bastbelege anfangs entbehrenden Leptom bleibt das Periderm durch eine, zwei Parenchymzellreihen getrennt.

Während der Teilungen in der Endodermis bildet sich darunter nur Phelloderm in der Stärke von fünf, sechs Zellen, dann reichlich Kork vom Typus des Plattenkorkes (Fig. 12); seine Zellen sind wenig verdickt und flach tafelig; das Zahlenverhältnis zwischen Kork und Phelloderm beträgt 30 : 12 bis 15. Die Phellodermzellen sind höher und gegeneinander abgerundet, mit ± großen Interzellularen; ihre Anordnung in radialen Reihen bleibt ziemlich ungestört erhalten, doch tangentiale Reihen bilden sich nicht; häufig enthalten sie Drusen von Kalkoxalat. — Die primäre Rinde, die zu ersetzen das Phelloderm, die Korkrinde, ja bestimmt ist, umfaßt etwa 12—15 Zellreihen und ist verschrumpft noch erhalten, wenn der Kork schon etwa 30 Zellreihen zählt, was allerdings schon am Ende des ersten Jahres der Fall ist.

In der Wurzel ist das Phelloderm schwach entwickelt, das Verhältnis zum Korke 3, 4:20; im übrigen gilt das vom Periderm des Stammes Gesagte. In der jungen Wurzel ist die tangentiale Streckung der Zellen gering.

Von *Sorbaria* unterscheidet sich das Periderm der nahe verwandten *Chamaebatiaria* sehr gut durch seine viel niedrigeren, ringsum gleichmäßig schwach verdickten Korkzellen, die in viel größerer Zahl gebildet werden, und durch das Vorhandensein einer Endodermis.

Als bemerkenswert, obwohl eigentlich nicht hierher gehörig, ist noch anzuführen das unter sämtlichen Rosaceen einzig dastehende Auftreten von gestielten Büschelhaaren an Stengeln und Blättern von *Chamaebatiaria*, durch ihre Größe auch schon mit freiem Auge wahrzunehmen, und von ziemlich ansehnlichen Drüsenschuppen an den gleichen Organen.

Gillenia. In den oberirdischen, alljährlich absterbenden Stengeln beschränkt sich die Tätigkeit der phellogenen, unmittelbar außerhalb des aus den Bastbelegen des Leptoms und der sie verbindenden Sklerenchymzellen bestehenden Ringes gelegenen Zellreihe auf die Bildung einer äußeren dünnwandigen Kork- und einer (selten keiner oder zweier) Phellodermzellen mit verdickten getüpfelten Wänden gleich den Sklerenchymzellen des Ringes; deren Aussehen gewinnt nach Einstellen ihrer Tätigkeit auch die Phellogenzelle selbst (Fig. 13).

Im Rhizom wird die gleiche, als innerste Rindenzellschicht aufzufassende Zellreihe phellogen, doch vorwiegend nur zwischen den Bastbelegen, während sie sich außerhalb ihrer meist ohne Teilung verkorkt (Fig. 14). Zwischen den Bastbelegen teilen sich ihre Zellen nach der ersten tangentialen Teilung häufig auch radial; auch hier wird nur ein wenig- (vier-, fünf-) zelliges, doch bloß aus Kork bestehendes Periderm gebildet, welches sich zuerst, wie erwähnt, nur zwischen den Bastbündeln ausspannt, dann aber unter sie greift und so zuletzt einen ± geschlossenen Ring darstellt. Seine Zellen sind tangential gestreckt, dünnwandig und ringsum gleichmäßig verkorkt; doch sind sie nicht in tangentialen Reihen angeordnet. — Anscheinend handelt es sich hier nicht um ein wirklich ausdauerndes Rhizom, sondern dieses scheint sich jedes Jahr aus den ziemlich zahlreichen Knospen des alten neu zu bilden Das würde dann die schwache Ausbildung des Periderms erklären.

In der Wurzel besteht das Periderm aus dünnwandigen, tangential stark gestreckten Korkzellen, die denen des Rhizoms gleichen.

Zusammenfassend ergibt sich nun, daß den **Spiräen** im weiteren Sinne nur ein gemeinsames Merkmal eigen ist, die innere Peridermbildung; das Periderm ist rindenständig allein bei *Sibiraea,* bei den übrigen pericyklisch außerhalb, seltener innerhalb des Bastes. Dieses ist der Fall bei den Neillieen, die ferner durch den Besitz von Phelloid vor allen anderen Spiräen ausgezeichnet sind, während den Spiräen im engeren Sinne und Gillenieen kein durchgreifendes Kennzeichen eigen ist. Nur *(Eu-) Spiraea, Sibiraea* und *Petrophytum* treten wieder zu einer kleinen Gruppe zusammen durch die ihnen eigentümliche hufeisenförmige äußere Verdickung der Korkzellen, doch unterscheidet sich wieder *Sibiraea* von den beiden

anderen durch den Mangel der Schutzscheide und des Phelloderms. Nahe stehen sich auch noch *Sorbaria* und *Chamaebatiaria* durch ihr reichliches Phelloderm und ihre allseitig schwach verdickten Korkzellen, die allerdings bei *Chamaebatiaria* stark zusammengedrückt sind. Endlich hat der Zwergstrauch *Eriogynia* Dünnwandigkeit der Korkzellen mit den staudigen *Aruncus* und *Gillenia* gemein, doch besitzt *Aruncus* reichliches Phelloderm, das den zwei anderen fehlt.

Das Wurzelperiderm der Neillieen ist noch übereinstimmender gebaut als das ihrer oberirdischen Teile, ein oder zwei Phelloidzellen wechseln mit einer Korkzelle ab; die Spiräen im engeren Sinne und die Gillenieen führen, soweit untersucht, auch im Periderm der Wurzel kein Phelloid, ihre Korkzellen sind durchgehends ringsum schwach verdickt, ohne Besonderheiten.

2. Quillajeae.

Sämtliche vorne angeführten Gattungen, die mit *Euphronia,* das nicht beschafft werden konnte, die Gruppe der Quillajeen bilden, verhalten sich, abweichend von der für gleichwertig geltenden Gruppe der Spiräen, bei der, wie gezeigt, fast jede Gattung ihre eigene Art der Peridermbildung hat, im wesentlichen gleich. Untersucht wurden mit Ausnahme von *Exochorda* nur oberirdische Stammteile.

Ort der Entstehung des Periderms ist die subepidermale Zellschicht, bisweilen auf kleineren Strecken die darunterliegende Zellreihe. Die Korkbildung ist reichlich, die Korkzellen sind radial und tangential ungefähr gleich groß, hufeisenförmig mehr oder minder an Außen- und Radialwänden verdickt und verkorkt (Fig. 16), doch nicht so bedeutend wie bei *Spiraea,* mit deren Peridermbildungsweise die der Quillajeen am meisten übereinstimmt. Die Wände können aber auch der Verdickung entbehren — *Quillaja* spec. und *Exochorda grandiflora,* die, namentlich letztere, ausgesprochenen Schwammkork mit unverdickten Wänden ausbilden, von denen die radialen gewellt sind.

Bei allen Gattungen ist auch die tangentiale Reihenanordnung durchgeführt.

Phelloid fehlt, Phelloderm ist jedoch fast immer vorhanden; an dem vorliegenden vierjährigen Zweigstückchen von *Exochorda Alberti* fehlt das Phelloderm allerdings vollständig, doch vielleicht nur individuell; denn da *E. grandiflora* und die übrigen untersuchten Quillajeen Phelloderm, wenn auch nur spärlich, aufweisen, dürfte das Fehlen in diesem Falle nicht artcharakteristisch sein. Im allgemeinen fallen auf je sechs (und mehr) Korkzellen nur etwa zwei Phellodermzellen. Diese sind dünnwandig und heben sich dadurch und durch ihre relative Kleinzelligkeit von dem primären Rindenparenchym deutlich ab.

Douliot gibt bezüglich der Reihenfolge der tangentialen Wände an, daß wie bei *Prunus,* den Chrysobalaneen und den Pomoideen zuerst eine Phellodermzelle, dann Kork gebildet wird, doch hat dies mindestens nicht allgemeine Gültigkeit, denn, abgesehen von *Exochorda Alberti,* wo es ja ganz fehlt, würden zum Beispiel bei *Lindleya mespiloides* zuerst drei Korkzellen gebildet, dann erst eine Phellodermzelle. Da die Reihenfolge im Auftreten dieser beiden Zellarten nur in seltenen Fällen ein wirklich zuverlässiges Kennzeichen abgibt, das geringe Material außerdem wenig günstig war, mußte eine eingehende Untersuchung bezüglich dieses Punktes entfallen.

Bemerkenswert ist dagegen der Bau der Wurzel von *Exochorda grandiflora,* soweit er das Periderm betrifft. Unmittelbar außerhalb des vielfach unterbrochenen schwachen Bastringes im Pericambium entstehend, setzt sich das Periderm aus Kork- und Phelloidzellen zusammen, die, wie in der Wurzel von *Physocarpus,* abwechselnd in der Einzahl, die Phelloidzellen manchmal auch zu zweien hintereinander in zentripetaler Reihenfolge aus der Phellogenzelle hervorgehen. Die Zellen sind tangential $\pm$ gestreckt, Durchschnittsverhältnis 1 : 2, die Korkzellen etwas höher als die Phelloidzellen und wie sie dünnwandig. Da und dort, meist in mehreren tangential aneinander gereihten Zellen nebeneinander ist ähnlich wie bei *Stephanandra* die innere Tangentialwand der Phelloidzelle durch starkes Wachstum der Zelluloselamelle, die auch etwas verholzt, ausgezeichnet, doch verhältnismäßig selten, so daß man in einer Tangentialreihe auf vier unverändert gebliebene eine dergestalt verdickte Zelle rechnen kann. Da aber

diese Verdickung, wie bei *Stephanandra*, vorwiegend in der jeweilig ältesten Phelloidzellreihe auftritt, so dient sie doch vielleicht dem gleichen Zwecke wie in der Wurzel dieser Pflanze.

Phelloderm fehlt in der Wurzel.

Wie sich die übrigen Quillajeen bezüglich des Peridermbaues der Wurzel verhalten, konnte leider aus Mangel an Material nicht ermittelt werden.

3. Holodisceae.

Auch diese, die allerdings nur eine Gattung, ***Holodiscus,*** umfassen, verhalten sich bezüglich der Peridermbildung untereinander bis auf unbedeutende, vielleicht nur individuelle Verschiedenheiten gleich.

Phellogen wird in den oberirdischen Stammteilen die erste Zellreihe innerhalb einer Schutzscheide, deren Wände schwach verdickt und verkorkt sind, und unmittelbar oder durch ein, zwei Zelllagen assimilierenden Parenchyms von ihm getrennt, außerhalb des vielfach unterbrochenen Bastringes (Fig. 15).

Die Korkzellen sind ringsum, doch ungleichmäßig, etwas verdickt durch Wachstum der Suberinlamelle; Phelloid fehlt, doch Phelloderm meist reichlich vorhanden, wenn auch nicht in solcher Fülle wie bei *Aruncus;* meist entspricht die Zahl der Phelloderm- der der Korkzellen, sie kann aber auch etwas größer oder kleiner sein. Die beiden Zellarten gehen in regelmäßiger Alternation aus der Phellogenzelle hervor, derart, daß zuerst eine Phelloderm-, dann eine Korkzelle usw. entsteht; bevor die nächste Korkzelle abgeschieden wird, ist bereits Verkorkung und Verdickung der Außen- und Radialwände eingetreten, die Innenwand bleibt fast unverdickt. Gleiche Verdickung zeigt die Schutzscheide; die außerhalb ihrer gelegene, etwa fünf bis sieben Zellreihen starke primäre Rinde stirbt wohl frühzeitig ab — bei *H. discolor* lange vor Beginn der Peridermbildung — löst sich aber erst spät ab. — Die Phelloderm- sind wie die Korkzellen tangential gestreckt, doch weniger als diese; sie sind dann rundherum gleichmäßig $\pm$ verdickt, am stärksten bei *H. australis*, ihre Anordnung in radiale Reihen nicht gestört; die Korkzellen bilden auch schöne tangentiale Reihen.

In der Wurzel entsteht das Periderm im Pericambium unmittelbar außerhalb des dünnen Bastringes; die Korkzellen sind hier schwächer verdickt, Phelloderm fehlt.

Die **Spiräoideen** haben kein einziges Merkmal ihres Peridermbaues durchgehends gemein, nicht einmal das der inneren Peridermbildung, da es von der ganzen Gruppe der Quillajeen nicht geteilt wird, und auch nicht das der tangentialen Reihenanordnung, weil dieses für *Physocarpus, Gillenia* und *Chamaebatiaria* nicht gilt. Während aber bei den Spiräen im weiteren Sinne fast jede Gattung ihre Eigentümlichkeiten hat, sind die beiden anderen Triben in sich übereinstimmend gebaut. Nun heben sich die Quillajeen wohl durch ihre subepidermales Periderm aus der Masse der übrigen Spiräoideen scharf hervor, sind aber durch den phelloidführenden Kork der Wurzel von *Exochorda*, der einzigen in Ostasien einheimischen Quillajee (die anderen sind südamerikanisch), mit den Neillieen, namentlich mit *Stephanandra*, verbunden, deren Heimat ebenfalls Ostasien ist; beiden (und wohl auch *Neillia* und den anderen Quillajeen) sind die Phelloidzellen mit den einseitigen Verdickungen eigen, die unter sämtlichen Spiräoideen weder in Wurzel noch Stamm irgendwo vorkommen.

Dagegen schließen sich die Holodisceen in Korkbildung von Stamm und Wurzel anderen Spiräen an, und zwar an *(Eu-)Spiraea* selbst, durch die Anlage des Periderms innerhalb einer Endodermis und durch die allerdings schwächere Verdickung ihrer Korkzellen, in diesem Merkmale aber vorwiegend, namentlich in ausgebildetem Zustande, an *Sorbaria.*

II. Pomoideae.

Tribus I. **Sorbeae** (Einteilung nach C. K. Schneider, a. a. O.).

Untersuchte Arten:		Zahl[1] der Korkzellen	Zahl[1] der Phellodermzellen	Organ
Cydonia oblonga Mill.	Epidermal	3	1	Zweig
Pirus solicifolia Pall.	»	2 (3)	1	»
» *amygdaliformis* Vill.	»	2 (3)	1	»
» *nivalis* var. α *elaeagnifolia* Jacq.	»	{ 2—4 / 4	1 / 0	»
» *syriaca* Boiss.	?			
» *calleryana* Dcne.	Epidermal	4	0	»
Sorbus. Sektion I. **Aucupatia.**				
Sorbus sambucifolia Roem.	Epidermal	7	0	Zweig
» *aucuparia* L.	»	{ 3—5 / 7	1 / 0	»
		x	0	Rhizom
		x	0	Wurzel
Sektion II. **Cormus.**				
Sorbus domestica L.	?	{ 3, 4	2	Zweig
		8	2	»
Sektion III. **Cormoaria.**				
Sorbus cuspidata Hedl.	?	*x*	0	Zweig
Sektion IV. **Hahnia.**				
Sorbus aria Crantz.	Epidermal	5	1	Zweig
» *intermedia* Pers.	»	4	1	»
» *latifolia* Pers.	»	3	1	»
Sektion V. **Aronia.**				
Sorbus arbutifolia Ldl.	?	*x*	1	Zweig
» *floribunda (S. arbutifolia* × *S. melanocarpa)* Heynh.	?	10	1	»
Micromeles Griffithii Dcne.	?	8	0	»
» *japonica* Koehne	?	12	3—5	»
(» *verrucosa* Decne.) nach Gérard[2] a. a. O.	Epidermal			
Raphiolepis umbellata (japonica) (Thbg.) Makino	?	*x*	0	—

[1] Die angegebenen Zahlen sollen die schwache Phellodermbildung beleuchten, es sind nicht Verhältniszahlen, sondern an jungen Zweigen unmittelbar beobachtete.

[2] Die eingeklammerten Arten wurden nur von dem betreffenden Autor untersucht, und zwar nur zur Feststellung des Ortes der Peridermbildung.

Untersuchte Arten:		Zahl der Korkzellen	Zahl der Phellodermzellen	Organ
Raphiolepis umbellata f. *ovata* (nach				
Gérard epidermal)	Subepidermal			
Raphiolepis rubra Lindl.	»			
» *indica* Lindl.	?	x	2	—
	Photinia. Sektion I. **Euphotinia.**			
Photinia serrulata Lindl.	Subepidermal	8	1	—
	Sektion II. **Heteromeles.**			
Photinia arbutifolia Ldl.	?	x	1, 2	—
	Sektion III. **Pourthiaea** (P. arguta nach Gérard, epidermal).			
Photinia villosa Dcne.	?	x	1	—
» *integrifolia* Ldl.	Subepidermal	5	1	—
Eriobotrya japonica Ldl.	»	3	0	—
» *dubica* Dcne.	?	x	2	—
Stranvaesia Nussia (S. glaucescens)				—
Dcne., nach Gérard	Epidermal	x	0	—
Peraphyllum ramosissimum Nutt.,				—
nach Gérard	»	x	3	—
	Malus. Sektion I. **Eumalus.**			
Malus silvestris Mill.	Epidermal	2	1	—
		8	2	—
» *cerasifera* Spach.	»	8	0	—
» *spectabilis* Borkh.	?	2	0	—
		3	1	—
» *baccata* Borkh.	?	3	1	—
	Sektion II. **Sorbomalus.**			
Malus angustifolia Michx.	?	5	0	—
	Eriolobus. Sektion I. **Eueriolobus.**			
Eriolobus trilobata Roem.	Epidermal	4—6	1, 2	—
		3—4	1	—
	Sektion II. **Docynia.**			
Eriolobus indica Rehd.	?	5	0	—
	Chaenomeles. Sektion I. **Pseudocydonia.**			
Chaenomeles sinensis Koehne. . .	Epidermal	2	0	—
		3	1	—
		5	2	—
	Sektion II. **Euchaenomeles.**			
Chaenomeles japonica Ldl.	Epidermal	x	3	—

Untersuchte Arten:		Zahl der Korkzellen	Zahl der Phellodermzellen	Organ
	Amelanchier. Sektion I. **Euamelanchier.**			
Amelanchier rotundifolia Dum.-Cours.	Epidermal	—	—	—
Amelanchier canadensis Med.	»	—	—	—
» *spicata* Koehne.	»	3	0	Dreijähriger Zweig
		x	0	Rhizom
		x	0	Wurzel
	Sektion III. **Nagelia.**			
Amelanchier Pringlei Koehne.	?	*x*	2	Zweijähriger Zweig
	Tribus II. **Crataegeae.**			
	Cotoneaster. Sektion I. **Orthopetalum.**			
Cotoneaster horizontalis Decne.	Epidermal	—	—	Zweig
» *integerrima* Med.	»	—	—	»
» *tomentosa* Ldl.	»	—	—	»
» *acutifolia (pekinensis)* Turcz.	»	5	0	»
		6	1	
» *melanocarpa* var. *laxiflora* Lodd., *nigra* Lodd.	»	3	1	»
		5	1	
	Sektion II. **Chaenopetalum.**			
Cotoneaster racemiflora K. Koch	Epidermal	2	2	»
» *affinis* var. *bacillaris* Ldl.	»	4	0	»
		x	1	»
» *frigida* Wall.	»	1	1	»
» *rotundifolia* Wall.	Epidermal und subepidermal	2	0, 1	»
» *microphylla* Wall.	Subepidermal			
Pyracantha crenulata Roem.	Epidermal	8	0	»
» *coccinea* Roem.	»	4	1	»
Chamaemeles coriacea Ldl., nach Gérard	»	6	1	»
Osteomeles (Hesp.) anthyllidifolia Ldl., nach Gérard	»	6	1	»
Hesperomeles cuneata Ldl. δ *reticulata*	?	8	2	»
Hesperomeles glabrata Roem.	Subepidermal			
» *goudotiana* (Decne)	»	6	2	»
» *ferruginea* Benth.	»	3	1	»
Mespilus germanica L.	Epidermal und subepidermal	*x*	0	»
Crataemespilus grandiflora (M. germanica × Cr. monogyna) Camus.	Epidermal	*x*	0	»

Untersuchte Arten:		Zahl der Kork-zellen	Zahl der Phello-derm-zellen	Organ
	Crataegus L. Sektion II. **Sanguineae.**			
Crataegus sanguinea Pall.	?	6	1	Zweig
	Sektion IV. **Tomentosae.**			
Crataegus tomentosa L.	?	6	0	»
	Sektion V. **Pentagynae.**			
Crataegus pentagyna Waldst. et Kit.	?	8	0	»
	Sektion VI. **Oxyacanthae.**			
Crataegus heterophylla Fluegge .	?	8	0	»
» *oxyacantha* L.	Epidermal			»
» *monogyna* Jacq.	»	6	0	»
	Sektion VII. **Orientales.**			
Crataegus tanacetifolia Pers. . . .	Subepidermal	2	0	»
» *orientalis* Pall.	?	4	0	»
	Sektion X. **Flavae.**			
Crataegus flava Ait.	Epidermal	5	0	»
	Sektion XI. **Uniflorae.**			
Crataegus parvifolia Ait.	Epidermal	3	0	»
» *uniflora* Duroi	Subepidermal	x	0	»
	Sektion XIII. **Mexikanae.**			
Crataegus mexikana Decne. . . .	Epidermal	6	0	»
» *pubescens* Steud. . . .	»	3	0	»
		9	1, 2	»
	Sektion XV. **Punctatae.**			
Crataegus punctata Jacq.	?			
	Sektion XVI. **Crusgalli.**			
Crataegus crusgalli L.	Epidermal	3	0	»
	Sektion XVIII. **Molles.**			
Crataegus mollis Scheele				
» *submollis* Sarg.	Epidermal	2	0	»
		6	0	»
	Sektion XXI. **Coccineae.**			
Crataegus coccinea L.	Epidermal	5	0	»
» *flabellata* Lge.	»	5	0	»

Die für Kork und Phelloderm angegebenen Zahlen stellen nicht Durchschnittszahlen vor, sondern wurden unmittelbar beobachtet. Sie sollen hauptsächlich die schwache Phellodermbildung dartun. x bedeutet eine unbestimmte, wohl meist kleine Zahl, dann verwendet, wenn die richtige Zahl der Kork-

zellen an älteren schon abschilfernden Peridermen nicht mehr ermittelt werden konnte; eine größere Zahl, etwa von 10 aufwärts bis 30 *(Cr. uniflora)*, bedeutet *x* dann, wenn bei vollständig erhaltenem Periderm — in der Tabelle kenntlich durch Angabe des Entstehungsortes — die Feststellung der wahren Zahl schwierig oder des Vergleiches mit dem Phelloderm halber nicht nötig war. — Die Angaben der Tabelle beziehen sich allermeist auf jüngere Zweige, höchstens bis zu fünf Jahren, da aber Phelloderm öfter erst im dritten Jahre oder noch später auftritt, so sind die Angaben über sein Fehlen nur mit Vorsicht aufzunehmen, jedenfalls aber steht fest, daß die Phellodermbildung der Pomoideen immer viel schwächer als die Korkbildung ist und vielleicht ausnahmslos später eintritt als diese. — Zentrifugale Teilungsfolge gilt für das Phelloderm, zentripetale für den Kork. Dessen Zellen sind immer $\pm$ hufeisenförmig verdickt (Querschnittansicht), mit der Öffnung nach innen, und zwar durch Wachstum der Suberinlamelle. Über die Stärke der Verdickung im Verhältnisse zum Lumen und die vorkommenden Eigentümlichkeiten unterrichten die Einzelbeschreibungen. Allermeist beginnt die Korkbildung schon im ersten Jahre.

Cydonia. Entstehung des Korkes aus der Epidermis, deren Zellen verhältnismäßig klein und mit mäßig starker Cuticula (+ Cuticularschichten) versehen sind. Korkbildung geht nur langsam vor sich, jedes Jahr etwa zwei, drei Korkzellen, ihre Verdickung erreicht nicht die Breite der Cuticula, sie kann auch fast vollkommen fehlen. — Die erste Phellodermzelle wird meist erst im dritten Jahre gebildet, auch weiterhin nur wenige, so daß im fünften Jahre meist nur zwei, drei, bloß stellenweise, meist unterhalb der Lenticellen, etwas mehr sich finden. Alle Zellen sind tangential etwas gestreckt (Gérard, a. a. O., Fig. 1 und 18).

Pirus. Entstehung aus der Epidermis, deren Zellen etwas größer sind als die von *Cydonia*; Cuticula mäßig dick. Zuerst werden meist zwei oder drei Korkzellen gebildet, dann eine Phellodermzelle. Tangentiale Streckung beider Zellarten. Die Verdickung der Korkzellen erreicht die Stärke der Cuticula. Eigentümlicherweise war die Phellogenzelle bei *Pirus calleryana* ungewöhnlich hoch, der radiale Durchmesser übertraf den tangentialen entschieden an Länge.

Sorbus. Hier sind die Zellen der phellogen werdenden Epidermis denen des darunter liegenden Rindenparenchyms an Größe gleich, die Cuticula ist stark entwickelt. Zuerst werden einige Korkzellen gebildet, deren hufeisenförmige Verdickung beträchtlicher ist als bei *Pirus*, wenn ihre Stärke auch nicht vollkommen konstant ist und sehr häufig ein schichtenweiser Wechsel der Verdickung stattfindet, indem die im Herbste entstehenden Korkzellen dickere Wände enthalten. *S. aucuparia* und in schwächerem Maße *S. aria* (Moeller, a. a. O., Fig. 135) sind ausgezeichnet durch besonders auffallende außenseitige Verdickung (bei erster nimmt sie zwei Drittel der ganzen Zelle ein) und durch innenseitige (Sanio, a. a. O., Fig. 8 bis 10), die jedoch auf die zwei oder drei ersten Korkzellen beschränkt ist, späterhin und bei anderen Arten nur vereinzelt und wenig auffällig hervortritt; sie kommt durch Wachstum der inneren Zelluloselamelle, nicht wie die außenseitige durch Zunahme der Suberinlamelle zustande und ist immer schwächer als die äußere. — Auch hier geht die Korkbildung nur langsam vor sich, wenn alle Zellreihen gleichmäßig verdickt sind, rascher, wenn unverdickte Reihen (bis zu sechs) eingeschoben sind. Kork- wie Phellodermzellen sind tangential gestreckt, diese in viel geringerer Anzahl als jene vertreten oder auch fehlend. An fünfjährigen Trieben treten im allgemeinen zwei oder drei, stellenweise auch mehr Korkrinden zellen auf (an 40jährigen Stämmen von *S. aucuparia* beobachtete Moeller erst 12 bis 14 Reihen dieser Zellen).

In den unterirdischen Stammteilen — *S. aucuparia* — ähnliche Verhältnisse, anscheinend epidermales Periderm; Korkzellen tangential abgeplattet, tafelförmig, doch etwas weniger verdickt, auch hier schichtweiser Wechsel; Phelloderm fehlt.

In der Wurzel von *S. aucuparia* entsteht das Periderm innerhalb der Endodermis im Pericambium, die Korkzellen sind tangential stark abgeplattet, wenig verdickt, Phelloderm fehlt.

Micromeles. Nach Gérard epidermal. Die Korkzellen von *M. japonica* sind stark verdickt, so daß das Lumen nur $^1/_3$ bis $^1/_2$ der ganzen Zelle erfüllt, doch auch hier Schichtenwechsel; tangentiale

Abplattung. Die Verdickung ist bei *M. Griffithii* schwächer, auch ihr Phelloderm besonders schwach entwickelt.

Raphiolepis. Subepidermal. Das Lumen der Korkzellen nimmt im Vergleich zur ganzen Zelle etwas mehr Raum als die Verdickung ein. Phelloderm tritt erst nach mehreren Jahren auf. Beide Zellarten tangential etwas abgeplattet.

Photinia. Subepidermal. Die erste Phelloderm- und erste Korkzelle entstehen fast gleichzeitig; dann bilden sich zahlreiche Korkzellen, bis nach einigen Jahren wieder eine Phellodermzelle entwickelt wird. Die Korkzellen mit schwacher hufeisenförmiger, manchmal auch innerer Verdickung. Tangentiale Abplattung mäßig, stark ist sie nur bei *Ph. serrulata*, deren Korkzellen tafelförmig sind.

Eriobotrya. Subepidermal. Zuerst Kork, im zweiten Jahre die erste Phelloidzelle, der etwa nach einem Jahre eine zweite folgt. Korkzellen schwach verdickt, ihre tangentiale Abplattung ebenfalls schwach.

In der Wurzel wird das Pericambium phellogen, Phelloderm fehlt; das übrige gleich.

Stranvaesia. Nach Gérard epidermal. Korkzellen wenig verdickt, stark tangential abgeplattet, tafelförmig; im zweijährigen Zweigstück bei etwa zehn Kork- noch keine Phellodermzelle.

Peraphyllum. Nach Gérard epidermal. Die Suberinlamelle der Korkzellen ist ringsum verdickt. wenn auch außen etwas stärker als innen, die Radialwände sind gleichmäßig schwach verdickt. Das Phelloderm wird etwas reichlicher als sonst gebildet (in einem vierjährigen Zweige drei Korkrindenzellen) und ist wie das anschließende Rindenparenchym collenchymatisch verdickt. — Alle Zellarten tangential etwas abgeplattet, das Lumen der Korkzellen verhältnismäßig groß.

Malus. Epidermal. Die Korkzellen verhältnismäßig klein, Verdickung mäßig stark, hufeisenförmig. Die innenseitige durch Wachstum der inneren Zelluloselamelle zustande kommende Verdickung tritt unregelmäßig auf. Tangentiale Abplattung nicht stark. — Alljährlich entstehen nur wenige Korkzellen neu; Phellodermbildung sehr gering, selbst mehrjährige Zweige noch ohne oder mit einer, zwei Korkrindenzellen. — Nach Sanio (a. a. O.) wird manchmal die subepidermale Zellschichte auf längere oder kürzere Strecken phellogen.

Eriolobus. Epidermal; Cuticula sehr gut entwickelt, während die Verdickung der Korkzellen schwach bleibt. Tangentiale Abplattung schwach. — Nach etwa vier Korkzellen bildet sich gegen Ende des ersten Jahres eine Phellodermzelle, die aber auch im dritten Jahre — *E. indica* — noch fehlen kann. Auch späterhin bleibt die Phellodermbildungschwach.

Chaenomeles. Epidermal; Verdickung der Korkzellen etwas stärker als die Cuticula. Tangential etwas abgeplattet; nach einigen Korkzellen die erste Phellodermzelle, die bei *Ch. japonica* aber auch im dritten Jahre noch fehlt. Bei *Ch. sinensis* bleibt die Phellodermbildung auch späterhin reichlicher in einem fünfjährigen Zweig fanden sich drei Zellen.

Amelanchier. Epidermal; starke Cuticula ähnlich *Eriolobus,* mit der sie auch die verhältnismäßig schwache Verdickung der Korkzellen gemein hat und die schwache tangentiale Abplattung. Die erste Phellodermzelle entsteht nach der ersten Korkzelle, eine zweite erst nach Jahren. Gilt für die Sektion *Euamelanchier* vornehmlich, die Sektion *Nagelia* weicht durch stärkere Verdickung und stärkere tangentiale Abplattung ab.

Auch in den unterirdischen Stammteilen — *A. spicata* — anscheinend epidermale Entstehung, ferner wie in denen von *Sorbus aucuparia* schwache hufeisenförmige Verdickung, starke tangentiale Abplattung, die Zellen daher tafelförmig. Phelloderm fehlt.

Wurzelperiderm — *A. spicata* — wie das der unterirdischen Stammteile, es stimmt auch mit dem Wurzelkork von *S. aucuparia* in Bau und Entstehungsform überein.

***Cotoneaster** vulgaris* hat nach Moeller (a. a. O.) epidermales Periderm mit außenseitiger Verdickung der Korkzellwände, *C. laxiflora* nach Sanio (a. a. O.) gleichen Entstehungsort, doch schwache innenseitige Verdickung in den zwei äußersten, schwache oberseitige in den folgenden Korkzellen; Weiß (a. a. O.) fand epidermales Periderm bei *C tomentosa, vulgaris, himalayensis, frigida* und

nigra bei besonders starker Verdickung der inneren Tangentialwand. Gérard erklärte für *C. denticulata* die Epidermis phellogen, Douliot hat *C. Welleri* (deren Identität nicht festgestellt werden konnte) untersucht und subepidermale Entstehung, außenseitige Verdickung festgestellt (a. a. O., Fig. 25). An neun der von mir untersuchten Arten war epidermales Periderm, wogegen *C. rotundifolia* zum Teil und *C. microphylla* subepidermales zeigten. Jedenfalls wiegt die epidermale Entstehung bei weitem vor und ebenso die außenseitige Verdickung, die einzige, die ich an meinen Exemplaren fand. Die innenseitige Verdickung (durch Wachstum der inneren Zelluloselamelle) tritt bei den Pomoideen häufig unregelmäßig auf, so daß zum Beispiel ein Querschnitt keine Spur davon zeigt, ein anderer von demselben Zweige dagegen deutliche Verdickung der inneren Tangentialwand aufweist, wenn auch nicht gerade in allen Zellen. Natürlich gibt es auch alle möglichen Zwischenstufen der Verdickungsstärke. Bei so geringer Konstanz kann diese Eigentümlichkeit also nicht als Artmerkmal dienen. — Tangentiale Abplattung von verschiedener Stärke. Phellodermbildung schwach.

Pyracantha. Entstehung in der relativ kleinzelligen Epidermis, deren Zellen mit starker Cuticula versehen sind und lange erhalten bleiben. Tangential ziemlich stark abgeplattete Korkzellen, Verhältnis des tangentialen zum radialen Durchmesser 2·5 : 1. Verdickung der Frühjahrselemente gering, der später gebildeten immer beträchtlicher, so daß das Lumen der zuletzt entstandenen bei gleicher absoluter Zellhöhe sämtlicher Korkzellen weniger Raum einnimmt als die Verdickung. — Das Phelloderm sehr schwach entwickelt im Gegensatz zum Kork, der im zweiten Jahre schon achtschichtig wird, während das Phelloderm noch fehlt oder nur einschichtig ist.

Chamaemeles. Phellogen wird nach Gérard die Epidermis; Abplattung und Verdickung der Korkzellen ist ziemlich stark, so daß das Lumen niedriger sein kann als die Verdickung. Phelloderm wenig entwickelt, Verhältnis zum Kork etwa 1 : 6.

Osteomeles verhält sich in allem gleich *Chamaemeles*, nur bleibt das Lumen etwas höher.

Hesperomeles.[1] Die Epidermiszellen hier sehr klein; subepidermale Entstehung. Tangentiale Abplattung hier etwas schwächer, Verhältnis der beiden Durchmesser 2 : 1. Lumen etwas höher als die Verdickung.

Mespilus. Gewöhnlich wird das Periderm, wie auch Sanio und Moeller angeben, in der Epidermis gebildet, ausnahmsweise bleibt diese jedoch unverändert, indem die subepidermale Zellschichte auf größeren oder geringeren Strecken des Querschnittes oder rundherum in Peridermbildung eintritt. Gleiches berichtet Sanio von *Pirus Malus.*

Die beiden ältesten Korkzellen sind radial und innenseitig verdickt,[2] durch Wachstum der inneren Zelluloselamelle, die von Porenkanälen durchsetzt ist und ein Drittel bis zur Hälfte des Zellraumes einnehmen kann. Manchmal besitzen auch die späteren Zellen diese Verdickung, jedoch in viel schwächerem Grade. Außenseitig sind alle Zellen hufeisenförmig stark verdickt und verkorkt und dieser Verdickung, als der Suberinlamelle angehörig, fehlen die Poren. Das Lumen ist infolge der beträchtlichen tangentialen Abplattung klein. Die Korkbildung geht langsam vor sich; bevor nicht die jüngste Zelle voll ausgebildet und mit braunem Inhalt erfüllt ist, wird keine neue gebildet. — Phelloderm fehlt noch in einem dreijährigen Zweig.

Crataemespilus. Das Periderm ist, wie auch bei den Eltern dieses Bastards — *Mespilus* und *Crataegus monogyna* — epidermal; die außenseitige Verdickung wird sehr stark, dazu kommt die innenseitige von Porenkanälen durchsetzte, die $^1/_2$ bis $^2/_3$ des Zellraumes erfüllt und der von *Mespilus* entspricht (bei *C. monogyna* tritt diese nicht immer auf), abgesehen von ihrer bedeutenderen Stärke und ihrem häufigeren Auftreten, da sie sich nicht wie bei *Mespilus* auf die beiden ältesten Zellreihen beschränkt, sondern sich in allen Zellen mit Ausnahme der jüngst gebi deten zeigt, in welcher anfänglich nur die

---

[1] Gérard beobachtete bei *H. (Osteomeles) cordata,* daß nach Ablösung der Epidermis die unverdickt bleibende äußerste Peridermzelle papillös auswächst (a. a. O., Fig. 38). Die anderen Arten zeigen diese Erscheinung nicht.

[2] Sanio, Fig. 1 a. a. O.

außenseitige Verdickung stark ausgeprägt auftritt. Die Korkzellen füllen sich bald mit braunem Inhalte, ihre Lumina sind infolge der doppelten Verdickung und starken Abplattung auf einen schmalen Streifen reduziert. — Phelloderm fehlt wie bei den Eltern noch im zweijährigen Zweig.

Crataegus. Von dieser so artenreichen Gattung konnte ich nur verhältnismäßig wenige Arten untersuchen; es ergab sich hierbei, daß die Peridermbildung vorwiegend in der Epidermis vor sich geht; neben der typischen äußeren Verdickung von verschiedener Mächtigkeit tritt öfter auch die innenseitige auf, die ± stark bis kaum sichtbar und von Porenkanälen durchzogen ist. Die tangentiale Abplattung ist meist stark und bedingt niederes Lumen. Das Phelloderm fehlte in den allerdings jungen, meist zwei- bis dreijährigen Zweigen allermeist gänzlich, nur bei *C. sanginea* war eine Zellreihe ausgebildet. Die Korkbildung geht langsam vonstatten, alljährlich wachsen nur etwa drei, vier neue Reihen hinzu, in gleichem Zeitraum schilfern sich ebenso viele ab, so daß die Zahl der Korkzellen gleichbleibt; bei *C. mollis* und *submollis* ist der jährliche Zuwachs auf zwei Zellen beschränkt.

Bei *C. pentagyna* und *monogyna* am deutlichsten, doch auch sonst hie und da fällt die außenseitige Verdickung in ein, zwei einanderfolgenden Reihen auf kürzeren oder längeren Strecken des Querschnittes oder ringsherum — *C. monogyna* — viel schwächer aus oder fehlt ganz. Zwischen diesen schwach verdickten Streifen liegen zwei, drei Reihen verdickter Korkzellen; ein unverdickter und ein dickwandiger Streifen zusammen bilden die Jahresleistung der Phellogenzelle.

Die innenseitige Verdickung fehlte vollständig bei *C. tomentosa, pentagyna* und *flava,* bei *C. heterophylla, mexikana* und *crusgalli* war sie, wenn vorhanden, schwach, bei *C. monogyna, tanacetifolia, coccinea* und *flabellata* konnte sie fehlen oder ziemlich mächtig werden (bis zu $^1/_3$ des Zellraumes einnehmen); bei *C. sanguinea, uniflora, cuneata, mollis* und *submollis* war sie immer, wenn auch gerade nicht stark, ausgebildet. Die Korkzellen von *C. pubescens* Steud. sind in den beiden obersten Zellschichten oberseitig schwach, unterseitig dagegen fast bis zum Schwunde des Lumens verdickt, von der dritten Zelle an fehlt die innenseitige Verdickung oder ist nur schwach und nur in wenigen Zellen entwickelt, die außenseitige ist dagegen kräftig ausgebildet; die Art schließt sich also in dieser Beziehung an *Mespilus germanica* an, mit der sie nach Wenzig (a. a. O.) auch die Behaarung der Blätter und des Blütenstandes sowie die Größe der Früchte gemein hat. — Die Anordnung in tangentiale Reihen ist bei *C. pubescens* sowie bei den Arten mit Streifenbildung häufig etwas gestört.

Schließlich will ich noch erwähnen, daß ein als *C. uniflora Duroi* bezeichnetes Exemplar aus dem borealen Amerika (leg. Enslin 1822/1, Herbar des Wiener Hofmuseums) subepidermale Entstehung des Periderms zeigt — die Epidermis vom gewöhnlichen Bau der *Crataegus*-Epidermiszellen —, der Kork besteht jedoch aus ganz flachen dünnwandigen Zellen, abweichend von dem aller anderen untersuchten *Crataegus*- und überhaupt Pomoideenarten (höchstens *Stranvaesia* ausgenommen), vielmehr dem der Prunoideen gleich. Da eine Anfrage ergab, daß die Bestimmung mindestens der Gattung richtig ist, auch die Anatomie des Zweigstückes die *Craetaegus*-Charaktere aufweist, so ist dieser Fall vielleicht nur eine Abnormalität; möglicherweise könnte auch eine eingehendere Untersuchung von *Crataegus* noch andere Arten von gleichem Peridermbau zutage fördern.

Die **Pomoideae** sind wie im allgemeinen so auch bezüglich ihres Periderms abweichend von den Spiräoideen mit ihrer Gruppenbildung einheitlich gebaut. Fast durchgehends wird die Epidermis phellogen, regelmäßig subepidermal entsteht das Periderm nur bei *Photinia, Eriobothrya* und *Hesperomeles,* in welchem Falle die Epidermiszellen sehr klein und mit mächtiger Cuticula versehen sein können — *Hesperomeles* — oder nur wenig kleiner sind als die darunterliegenden Zellen und nur mäßig verdickt — *Photinia, Eriobothrya.*

Das Periderm besteht nur aus Kork oder diesem in Verbindung mit Phelloderm, wogegen Phelloid, soweit festgestellt werden konnte, auch in den Wurzeln vollständig fehlt. Die Korkzellen sind vornehmlich tangential außen und radial nach innen zu schwächer, auf dem Quer-

schnitte also hufeisenförmig mit der Öffnung nach innen verdickt, und zwar in verschiedener Mächtigkeit. Diese Verdickung entsteht durch Dickenwachstum der Suberinlamelle, die die ganze Zelle auskleidet, tangential innen jedoch unverdickt bleibt. Über eine manchmal eintretende, jedoch nicht alle Korkzellen eines Periderms ergreifende Verkorkung der Mittellamelle in einer ringförmigen Zone im innersten Teile der Radialwand der Korkzellen von *Pirus Malus* und den mutmaßlichen Zweck dieser Einrichtung berichtet v. Höhnel in seiner Abhandlung »Über Kork und verkorkte Gewebe« (a. a. O. p. 464 ff. u. p. 565). Systematisch brauchbar scheint diese Eigentümlichkeit nach einer allerdings flüchtigen Untersuchung, die ich an anderen Pomoideenarten anstellte, wegen ihrer geringen Konstanz nicht zu sein.

Verdickung der inneren Tangentialwand kommt vor bei *Sorbus, Photinia, Malus, Mespilus, Crataegus* und *Crataemespilus*; sie entsteht durch Wachstum der inneren Zelluloselamelle und ist bei den einzelnen Arten und Individuen von verschiedener Mächtigkeit, als Merkmal daher von geringer Wichtigkeit außer in jenen Fällen — *Mespilus, Crataegus pubescens* — wo sie auf gewisse Zellreihen beschränkt ist. Sie verkorkt nicht und ist von Porenkanälen durchsetzt.

Die Korkzellen füllen sich sehr bald mit braunem Inhalte, sind tangential ± gestreckt und abgeplattet und schließen sich allgemein zu tangentialen Reihen zusammen. Fast immer werden sie zuerst, dann erst Phellodermzellen gebildet. Interzellularen fehlen im Korke. Das Wachstum des Pomoideenperiderms ist träge, Korkzellen werden alljährlich nur etwa zwei bis vier entwickelt, Phellodermzellen häufig erst nach einigen Jahren und dann noch sehr spärlich, wohl nie mehr als eine Zelle in einer Vegetationsperiode.

Wiederholte Periderm- und damit Borkebildung ist an Herbarmaterial nicht zu beobachten, da sie erst später auftritt. Für einige Pomoideengattungen hat Moeller (a. a. O.) sie beschrieben.

Gemeinsame Merkmale:

1. äußere (epidermale oder subepidermale) Peridermbildung;
2. Entwicklung von Kork und Phelloderm;
3. tangentiale Reihenanordnung der Korkzellen.

III. Rosoideae.

Sie umfassen folgende sechs Tribus[1] (Focke, III):

1. *Kerrieae.*
2. *Potentilleae (Rubinae, Potentillinae, Dryadinae).*
3. *Cercocarpeae.*
4. *Ulmarieae.*
5. *Sanguisorbeae.*
6. *Roseae.*

Von diesen sechs Gruppen enthalten die 1., 3. und 6. nur Sträucher und Bäume, die 2. meist Stauden (auch Kräuter), weniger Sträucher, die 4. nur Stauden, die 5. alle vier Ausbildungsformen, vorwiegend allerdings Stauden. Da diese drei letzten, alle staudigen Rosoideen umfassenden Gruppen (mit Ausnahme einiger Dryadinen) und dazu auch die unterirdischen Organe der Roseen in der pericyklischen Entstehung des Periderms, vor allem aber in dessen eigentümlicher, von Weiß[2] gefundener Teilungsweise übereinstimmen, so sei diese hier zur Vermeidung von Wiederholungen kurz geschildert: Die Urmutterzelle des Periderms teilt sich durch eine tangentiale Wand in zwei Zellen, deren innere vorläufig Dauerzelle wird; die äußere bildet dann durch zentripetale Teilung eine bis mehrere (je nach Art und Gattung) Phelloidzellen, dann hören die Teilungen auf, die Mutterzelle verkorkt; damit ist die Bildung der ersten Lamelle vollendet. Nach einiger Zeit beginnt sich die bis dahin im Ruhezustande verbliebene, nach innen

[1] Die untersuchten Arten sind bei jeder der sechs Tribus später gesondert angegeben.

[2] J. E. Weiß, a. a. O. p. 22 ff., stellte diese Teilungsart für je eine Art von *Comarum, Potentilla, Sanguisorba, Alchemilla, Agrimonia, Geum, Fragaria* und *Filipendula* fest.

abgeschiedene älteste Tochterzelle in gleicher Weise wie die ursprüngliche Mutterzelle zu teilen, indem durch eine zentrifugale Tangentialwand die Mutterzelle der dritten Lamelle, durch zentripetale Wände die Phelloidzellen der zweiten Lamelle und durch Verkorkung der Phellogenzelle die zu ihnen gehörige Korkzelle gebildet wird. Dieser Vorgang wiederholt sich immer wieder. Darnach ist bei Annahme zweier Phelloidzellen in einer Lamelle die Reihenfolge der Wände, die der Urmutterzelle mit 0 bezeichnet, von außen nach innen folgende: 0, 2, 3, 1; 5, 6, 4; 8, 9, 7 usw. 0. Die unterstrichenen Zahlen beziehen sich auf die Wände der in jeder Lamelle in der Einzahl befindlichen Korkzellen. Diese zeigen fast ausnahmslos jene partielle, auf Kosten der Mittellamelle stattfindende Verdickung und Verkorkung der radialen Wände, deren am Schlusse der Einleitung Erwähnung geschah.[1] Dort wurde auch der Anordnung der Interzellularen gedacht, ihres Fehlens zwischen Kork- und nach innen liegender Phelloidzelle sowie der Art der Ablösung durch Abrunden der Phelloidzellen gegeneinander oder gegen die nach innen liegende Korkzelle. — Phelloderm fehlt fast durchgängig. Sämtliche Elemente sind nicht bloß in radialen, sondern auch in deutlichen tangentialen Reihen angeordnet. — Dieses phelloidführende Periderm entsteht im ersten Jahre und ist entgegen den sonst meist kurzlebigen inneren Peridermen (zum Beispiel mancher Cercocarpeen) dauernd, wenigstens soweit sich dies an Herbarmaterial feststellen läßt; nur *Cliffortia* bildet schon im zweiten Jahre Ringelborke.

Hier wäre an die Tatsache zu erinnern, daß nach H. Klebahn[2] bei *Rubus odoratus,* nach Fritsch[3] auch bei den andern von ihm untersuchten *Rubus*-Arten keine Lenticellen auftreten; wie ich bemerkt habe, fehlen sie auch den übrigen phelloidführenden Rosoideen. Da sich aber öfter beobachten läßt, daß die ohnedies nur einfache Korkzellreihe durch eine unverkorkt bleibende Zelle unterbrochen wird, wäre es doch vielleicht möglich, daß durch solche hindurch langsamer Gasaustausch stattfände. Untersuchungen über die Verteilung dieser unverkorkten Zellen hätten mich aber zu lange aufgehalten, liegen auch eigentlich nicht im Rahmen dieser Arbeit.

Das Periderm der anderen Rosoideen, also der Kerrieen, einiger Dryadinen, der Cercocarpeen und der oberirdischen Stammteile der Roseen führt kein Phelloid, die Teilungsweise ist die gewöhnliche, zentripetal für den Kork, zentrifugal für das Phelloderm. Interzellularen fehlen im Korke wie immer, sonstige gemeinsame Merkmale treten nicht auf.

Es folge nun die Besprechung der einzelnen Tribus:

1. Kerrieae.

Untersuchte Arten:

Rhodotypus kerrioides Sieb. et Zucc.
Kerria japonica D. C.
Neviusia alabamensis A. Gr.

Rhodotypus. Das Periderm entsteht wie bei den Quillajeen und den später zu besprechenden Prunoideen subepidermal. Zuerst entstehen mehrere Korkzellen (3, 4), dann eine Phellodermzelle; jene sind im ersten Jahre relativ hoch, tangential gestreckt und sämtlich lebend, die Wände ringsum gleichmäßig dünn. Am zweijährigen Stammstücke ist die namentlich außen und radial stark verdickte Epidermis bereits abgelöst, die zahlreichen, nun tafelförmigen, schwach verdickten Korkzellen mit Ausnahme der jüngsten Zellreihe abgestorben und mit braunem Inhalte erfüllt; Phellodermzellen sind erst zwei ausgebildet. Im dreijährigen Zweige sind drei Phellodermzellen, die äußeren Korkzellen führen Luft, die angrenzenden sind mit braunem Inhalte erfüllt. Die Phellodermzellen verdicken sich etwas, bleiben ohne Interzellularen in festem Zusammenschluß (Fig. 17, 18).

---

[1] Von v. Höhnel a. a. O. an *Rubus odoratus* nachgewiesen.

[2] H. Klebahn, Die Rindenporen. Inaug. Diss. Jena 1884, p. 582.

[3] K. Fritsch, a. a. O. p. 205.

In der Wurzel wird das Pericambium phellogen, die Korkzellen sind dünnwandig und tangential wenig gedehnt, Phelloderm fehlt.

Kerria. Das Periderm bildet sich unmittelbar außerhalb der Bastbündel und innerhalb einer Endodermis, deren Zellen mit Ausnahme der Durchlaßzellen rundum verkorkt und gleichmäßig verdickt sind. Gleiches Aussehen weisen die Korkzellen auf (Fig. 19), von denen zuerst drei oder vier entstehen, worauf erst eine Phellodermzelle gebildet wird; im gleichen Intervall folgt die zweite. Diese Bildungen gehen erst im zweiten Jahre vor sich, im ersten bleiben die Epidermis und das Rindenparenchym vollständig funktionsfähig, nur ein kurzes Stück des untersten Teiles der Zweige färbt sich gegen den Herbst braun infolge der eintretenden totalen Verkorkung der Schutzscheide und des Absterbens der Rinde. Sind im zweiten Jahre bereits einige Korkzellen gebildet, dann erfolgt Abstoßen der Rinde in unregelmäßigen Fetzen, Absterben der Schutzscheide und ältesten Korkzellen; dieses erfolgt im Vergleiche mit den Pomoideen relativ langsamer, indem nicht wie bei diesen nur eine, sondern mehrere Korkzellreihen in lebendem Zustande erhalten bleiben. Kennzeichnend ist ferner das Auftreten sekundärer radialer Wände in den Korkzellen, das bei den Pomoideen nicht beobachtet wurde, auch bei den Spiräoideen selten auftrat *(Sorbaria).* Die Zellen sind tangential etwas gedehnt.

In den unterirdischen Stammteilen herrschen bezüglich Entstehungsort, Verhalten der Schutzscheide und des Periderms gleiche Verhältnisse.

Die Wurzel (Fig. 20) besitzt kein Phelloderm, ihre Korkzellen bilden hie und da sekundäre radiale verkorkende Wände aus und sind ebenfalls tangential etwas gestreckt, die Wände nur schwach verdickt.

Neviusia bildet in den oberirdischen Stammteilen sein Periderm an gleichem Orte wie *Kerria,* jedoch schon im ersten Jahre bis in die Zweigspitzen hinein aus. Die Epidermis und die äußeren Rindenparenchymzellen bräunen sich schon in sehr jugendlichem Alter, wenn die Schutzscheide eben ringsum verkorkt ist und die Mutterzelle des Korkes ihre Teilung noch nicht begonnen hat; die Ablösung der Rinde erfolgt jedoch erst im Laufe des zweiten Jahres, wenn sich bereits zwei oder drei (auch nur eine) Korkzellen und eine Phellodermzelle (ein Jahr), sowie die erste oder die zwei ersten Korkzellen des zweiten Jahres gebildet haben.

Schutzscheide und Korkzellen sind außen und radial etwas stärker als innen verdickt, die Neigung zur Ausbildung sekundärer Radialwände im Gegensatze zu *Kerria* sehr gering (Fig. 21), was wohl auf das ziemlich schwache Dickenwachstum zurückgeführt werden kann, demzufolge die Peridermzellen tangential schwächer gedehnt sind als bei *Kerria.* Die Korkzellen bleiben auch hier länger lebend, die toten Zellen sind hier wie bei *Kerria* und den Pomoideen mit braunem Inhalte erfüllt.

Diese drei **Kerrieen**gattungen sind alte Typen, die voneinander äußerlich sehr stark abweichen; da aber *Rhodotypus* mit den zwei übrigen Kerrieen außerdem in einem so wichtigen anatomischen Merkmale, wie es der Entstehungsort des Periderms ist — bei diesen pericyklisch, bei *Rhodotypus* subepidermal — nicht übereinstimmt, wäre der Vorschlag von Protits,[1] *Rhodotypus* zu den Prunoideen zu stellen, die ja ebenfalls subepidermales Periderm besitzen, um so weniger von der Hand zu weisen, als den Keimpflanzen von *Prunus* gegenständige Blätter zukommen,[2] eine Blattstellung, wie sie außer *Rhodotypus* keine einzige Rosacee besitzt.

---

1 Protits, a. a. O. p. 246.

2 Focke, III, p. 2.

2. Potentilleae.

[*a)* Rubinae, *b)* Potentillinae, *c)* Dryadinae.]

a) Rubinae.[1]

Phelloidführendes Periderm, der Teilungsmodus der typischen Rosoideen (Weiß[2]).

Rubus L.

Untersuchte Arten:	Phelloid-zellen[3]	Korkzellen	Phello-derm-zellen	Organ
Sektion I. **Dalibarda.**				
Rubus Dalibarda L.	—	—	—	—
Sektion II. **Chamaemorus.**				
Rubus chamaemorus L.	1	1	—	Rhizom und Wurzel
Sektion III. **Cylactis.**				
Rubus saxatilis L.	1	1	—	» » »
» *fragarioides* Bertol.	1	1	—	» » »
» *arcticus* L.	1	1	—	» » »
Sektion IV. **Anoplobatus.**				
Rubus odoratus L.	(1) 2	1	—	Stamm
» *deliciosus* Torr.	1, 2	1	—	»
» *nutkanus* Moc.	1 (2)	1	—	»
Sektion V. **Bathothamnus.**				
Rubus spectabilis Pursh.	(1) 2	1	—	»
» *crataegifolius* Bge.	1	1	—	»
Sektion VI. **Malachobatus.**				
Rubus pirifolius Sm.	1	1	—	»
» *reflexus* Ker.	1, **2**, **3**, 4	1	1	»
» *calycinus* Wall.	1	1	—	»
Sektion VII. **Idaeobatus.**				
Rubus rosaefolins Sm.	1	1	—	»
» *idaeus* L.	1—3	1	—	»
» *occidentalis* L.	1	1	—	»
» *niveus* Thunbg.	1	1	—	»
» *ellipticus* Sm.	1	1	—	»
» *phoenicolasius* Maxim.	1, 2	1	—	»
Sektion VIII. **Micranthobatus.**				
Rubus squarrosus Fritsch	1 (2)	1	—	»

[1] Focke, I, III.

[2] Weiß a. a. O. p. 22 ff. und in den einleitenden allgemeinen Bemerkungen über die Rosoideen beschrieben (siehe oben).

[3] Zahl der verschiedenen Elemente in einer Lamelle.

Untersuchte Arten:	Phelloid-zellen	Korkzellen	Phello-derm-zellen	Organ
	Sektion XI. **Eubatus:**			
Rubus urticaefolius Poir.	1	1	—	Stamm
» *nessensis* Hall.	(1) 2	1	—	»
	1 (2)	1	—	Wurzel
» *sulcatus* Vest.	1	1	—	»
» *arduennensis* Libert.	1	1	—	»
» *styriacus* Hal.	1—3	1	—	»
» *laciniatus* Willd.	1	1	—	»
» *caesius* L.	1	1	—	»

Das Periderm entsteht an der Basis der Blütentriebe und an den Schößlingen nach den Untersuchungen von Sanio, v. Höhnel, Fritsch, Weiß, Douliot, Bouygues[1] und meinen eigenen unmittelbar (oder manchmal durch eine Zellreihe davon getrennt) außerhalb des aus Bastbündeln und Sklerenchymzellgruppen gebildeten mechanischen Ringes in der innersten (oder zweitinnersten Zellreihe der primären Rinde, die allerdings von Douliot bereits als pericyklisch angesehen wird, eine Ansicht, die dann von Bouygues mit Recht bekämpft worden ist, da sich außerhalb der phellogenen Zellreihe keine als Endodermis gekennzeichnete Zellschicht finden läßt. Douliot spricht sich wohl auch aus dem Grunde für pericyklische Entstehung des Periderms aus, weil er nach den Erfahrungen an seinem Material bei den Rosaceen überhaupt nur drei verschiedene Entstehungsorte für das Periderm kennt, epidermale, subepidermale und pericyklische, während sich in der Tat bei dieser Familie alle fünf Typen finden, die bei den Dicotylen bezüglich des Enstehungsortes des primären Periderms von Sanio aufgestellt worden sind.

Im Rhizom von *R. saxatilis* und *fragarioides,* wo Bastbündel fehlen, wird ebenfalls die innerste Zellreihe der primären Rinde phellogen. Der krautige *Rubus Dalibarda* bildet kein Periderm.

Die Teilungsweise im Periderm ist die der typischen Rosoideen[2] (Weiß). Kork- und Phelloidzellen treten also immer auf, wenn auch letztere manchmal ziemlich schwer nachweisbar sind, wenn nämlich die Anordnung der beiderlei Zellarten in deutliche tangentiale Reihen gestört ist und an Stelle von Phelloid- manchmal Korkzellen getreten sind, zum Beispiel bei *R. deliciosus* und *squarrosus,* bei denen zwischen je zwei Korkzellreihen eine durch die erwähnten Unregelmäßigkeiten oft unterbrochene Phelloidzellreihe liegt. In der Regel sind jedoch die tangentialen Reihen deutlich ausgeprägt, und zwar liegen die Korkzellen in einfacher, die Phelloidzellen ebenfalls meist in einfacher, bei wenigen in zwei- und mehrfacher Reihe, am schönsten bei *R. reflexus* (aus der *Moluccanus*-Gruppe), wo meist drei Phelloid- zwischen zwei Korkzellen liegen.

Phelloderm tritt keineswegs so regelmäßig auf, wie man es nach den Befunden von Weiß an seinem Material erwarten sollte, denn es wird verhältnismäßig selten »bereits durch die erste Wand nach innen eine Phellodermzelle abgeschnitten«, unter den von mir untersuchten nur bei *R. nutkanus, spectabilis, squarrosus* und *arduennensis,* und zwar anscheinend nur zur Ausgleichung von Unregelmäßigkeiten in der Lage der Phellogenzellen. Bei *R. odoratus, nutkanus, idaeus* und *squarrosus,* die überhaupt stärkere Peridermbildung zeigen, tritt später in schwachem Maße Phellodermbildung ein und dann ist die Phellodermzelle tatsächlich das erste Teilungsergebnis der Phellogenzelle der betreffenden Lamelle. Wirklich als Artmerkmal dürfte das Auftreten von — reichlichem — Phelloderm wohl nur bei *R. reflexus* (vielleicht auch bei anderen *Moluccani*) zu gebrauchen sein; es kommt hier, wenn auch nicht in strengster Regelmäßigkeit, auf jede Lamelle eine etwas verdickte Phellodermzelle, mit Ausnahme der ersten, die auch an Phelloidzellen ärmer ist. Da letztes eine bei den Rosoideen allgemein verbreitete Erscheinung ist, so

[1] Sanio, v. Höhnel, Fritsch, Weiß, Douliot, Bouygues I, a. a. O.

[2] Vorne unter der Kapitelüberschrift »Rosoideae« beschrieben.

dürfte die Untersuchung älterer Stammstücke ausdauernder *Rubus*-Arten die Zahl jener mit mehreren Phelloidzellen zwischen zwei Korkzellen voraussichtlich vermehren, doch findet man solche in Herbarien selten.

Die Korkzellen sind meist etwas derbwandiger und höher als die Phelloidzellen, die besonders bei *R. odoratus* sehr zart und niedrig sind; es sei mit Bezug auf die Ausführungen von Herrn Prof. Fritsch[1] hinzugefügt, daß bei dieser Art die Abtrennung der primären Rinde vom Stamme durch Zerreißen und Auseinanderweichen der zwei ältesten, wie alle übrigen sehr zarten Phelloidzellen vor sich geht, während bei *R. spectabilis* mit der Rinde auch die ganze erste Lamelle und von der zweiten die äußere Phelloidzelle abgestoßen wird und sich in den übrigen beobachteten Fällen — *R. nutkanus, deliciosus, spectabilis, idaeus, phoenicolasius, squarrosus* und *nessensis* — die Rinde allein durch Zerreißen ihrer innersten Zellen ablöst. Die Bildung von Korkblättern, wie sie für *R. odoratus* so kennzeichnend sind (v. Höhnel[2]) durch ihre Isolierung in Form von Hohlzylindern, habe ich bei keiner anderen Art beobachtet, wie auch nirgends die anatomische Differenzierung in verdickte Kork- und besonders zartwandige Phelloidzellen so schön durchgeführt war als bei ihr. — Die Phelloidzellen fand ich unverholzt, manchmal war dagegen die (einzige) Phellodermzelle etwasverdickt und verholzt.

In der Wurzel — *R. saxatilis, calycinus* und *nessensis* — wird das Pericambium phellogen und die Phelloidzellen sind geringer an Zahl, im übrigen sind die Verhältnisse gleich.

Konstante anatomische Unterschiede im Baue des Periderms scheint es zwischen den einzelnen Sektionen nicht zu geben, da sich die Glieder innerhalb einer Sektion in ihrem Verhalten verschieden erweisen und selbst unter unseren zweijährigen *Rubi* der Sektion *Eubatus,* für die im allgemeinen bei ihrem verhältnismäßig kurzen Leben die Ausbildung einer einzigen Lamelle kennzeichnend ist, auch Arten mit mehreren Lamellen auftreten — *R. nessensis, styriacus, caesius.*

b) **Potentillinae.**

Phelloidführendes Periderm; Teilungsmodus der typischen Rosoideen.[3]

Untersuchte Arten:	Zahl der Phelloidzellen	Zahl der Korkzellen[4]	Organ
Fragaria vesca L.	2 (1—4)	1	Rhizom
» *elatior* Ehrh.	2 (1—4)	1	»
» *collina* Ehrh.	2 (3—5)	1	»
» *chilensis* Ehrh.	1	1	»
Duchesnea indica Focke	1	1	»
Sektion I. **Fragariastrum.**			
Potentilla L. (im Sinne von Focke)[5]	—	1	»
» *sterilis* Grcke	2, 3	1	»
» *micrantha* Ram.	3 (1—4)	1	»
» *carniolica* Kern.	3 und mehr	1	»
» *alba* L.	5	1	»
» *caulescens* L.	2 (1—4)	1	»

---

1 K. Fritsch, a. a. O. p. 203 ff.

2 v. Höhnel, a. a. O. p. 606.

3 Vorne unter der Überschrift »Rosoideae« beschrieben (nach Weiß a. a. O. p. 22).

4 Zahl der verschiedenen Elemente in einer Lamelle. Meist wurden Rhizome, doch auch Wurzeln untersucht.

5 Focke, III.

Untersuchte Arten:	Zahl der Phelloidzellen	Zahl der Korkzellen	Organ
Potentilla clusiana Jacq.	2 (1)	1	Rhizom
» *nitida* L.	2 (1, 3)	1	»
» *speciosa* Willd.	5	1	»
Sektion. II. **Eupotentilla.**			
Annuae: Potentilla supina L.	2 (1)	1	»
Axilliflorae: Potentilla anserina L.	2	1	»
» *reptans* L.	2, 3	1	»
» *erecta* Hampe	2	1	»
Pinnatae: » *fruticosa* L var. *vulgaris*	2, 3	1	»
» » L. » *tenuifolia*	4, 5	1	»
» *rupestris* L.	3	1	»
» *palustris* Scop. *(= Comarum palustre)*	2, 3	1	»
Palmatisectae:			
a) Rectae: Pottentilla recta L. *(= astracanica)*	2, 3	1	»
b) Argenteae: Potentilla canescens Bess	6 und mehr	1	»
argentea L	3	1	»
c) Chrysantheae: » *rubens* Zimm. f. *micropetala*	1	1	»
d) Aureae: » *arenaria* Borkh.	2	1	»
» *viridis* Neilr.	1 (2)	1	»
» *glandulifera* Kraš.	3 (1, 2)	1	»
» *Tommasiniana* F. Schltz.	1	1	»
» *nivea* Gunn.	2 (1)	1	»
Horkelia gordonii Hook.	1 (2)	1	»
» *fusca* Lindl.	1 (2)	1	»
Ivesia unguiculata Gry.	1	1	»
» *santolinoides* A. Gr.	1	1	.
» *tridentata* A. Gray	2 (1—4)	1	»
Sibbaldia cuneata Hornem.	2—4	1	»
» *parviflora* Willd.	2	1	»
» *procumbens* Cambess.	1, 2—4	1	»
» *purpurea* Royle.	1, 2	1	»
Potaninia mongolica Maxim.	2	1	Zweig
Chamaerhodes erecta Bunge.	4—6 und mehr	1	Rhizom
» *altaica* Bunge.	4—6	1	»
» *grandiflora* Ledeb.	4—6	1	»

Fragaria. Entstehung des Periderms in der unmitelbar innerhalb der Endodermis liegenden Zellreihe in Rhizom und Wurzel. — Im Rhizom teilen sich auch die Zellen der Endodermis selbst tangential, und zwar dem Anscheine nach zentripetal, doch bleiben diese Zellen unverkorkt mit Ausnahme der innersten, jüngsten. Am besten läßt sich diese Erscheinung bei *F. elatior* beobachten, wo bis zu sieben Zellen entstehen, weniger gut bei *F. vesca* (nur bis zu vier) und selten bei *F. collina* und *chiloensis.* Diese Teilung ist meist auf kürzere oder längere Strecken des Querschnittes beschränkt, selten ringsherum durchgeführt.

Die Teilungsweise im Periderm selbst und die Ablösung wie vorne angegeben. Die Zahl der gebildeten Zellen in Endodermis und Periderm des Rhizoms ist geringer ober den primären Gefäßbündeln als zwischen ihnen.

Alle Zellen sind tangential etwas gestreckt, Phelloid- und Korkzellen radial gleich hoch, hie und da auch noch tangential, nicht aber radial untergeteilt. Bei *F. collina* und *chilensis* sind Phelloid- und Korkzellen gleich stark verdickt, die Verkorkung der Tangentialwände sehr schwach. Die Endodermiszellen von *F. collina* zeigen in Rhizom und Wurzel radiale Unterteilung. — Phelloderm fehlt. — Meist zwei Phelloidzellen auf eine Korkzelle.

In der Wurzel herrscht die gleiche Teilungsweise, doch sind hier die Phelloidzellen meist geringer an Zahl (gewöhnlich um eine weniger als im Rhizom der gleichen Art), bei *F. chilensis* sind sie in Rhizom und Wurzel nur in der Einzahl vorhanden.

Duchesnea. In Rhizom und Wurzel unmittelbar innerhalb der Endodermis, die sich zuerst von den übrigen Zellen der primären Rinde nicht unterscheidet, dann aber sich durch sekundäre radiale Wände fächert, die im Gegensatz zu den primären Wänden unverkorkt bleiben. Solche radiale Wände treten auch in den Korkzellen des Periderms auf, nicht jedoch in den Phelloidzellen. Ziemlich selten teilt sich die Phellogenzelle durch eine radiale Wand. Die reichliche Ausbildung sekundärer radialer Wände in den Korkzellen ist kennzeichnend für *Duchesnea* gegenüber *Fragaria* und *Potentilla,* zu denen es durch seine Fruchtbildung eine intermediäre Stellung einnimmt, denen aber die sekundären radialen Wände fehlen.

Teilungsweise vorne angegeben; eine Phelloid- wechselt mit einer Korkzelle, Phelloderm fehlt. Die Phelloidzellen sind tangential etwas gestreckt, im ausgebildeten Zustande höher und überhaupt viel größer als die Korkzellen, nur schwach verdickt. Die Korkzellen sind infolge ihrer radialen Unterteilung auf dem Querschnitte quadratisch, stärker verdickt als die Phelloidzellen. Die Interzellularen sind klein, für die Ablösung ohne Bedeutung.

Das Periderm der Wurzel verhält sich im allgemeinen gleich, die ältesten Phelloidzellen wachsen sehr stark heran, werden schließlich auf dem Querschnitte quadratisch und sind vier- bis sechsmal größer als die Korkzellen, da sich diese ebenfalls wie im Rhizom radial sehr häufig teilen. Die großen Phelloidzellen der Wurzel sterben viel rascher ab als die des Stammes, schon in der zweiten Lamelle.

Potentilla. Das Periderm entsteht auch hier in Rhizom und Wurzel unmittelbar innerhalb der mehr oder weniger deutlich hervortretenden Endodermis. Sind Bastsicheln oder ± unterbrochene Bastringe vorhanden, wie bei *Potentilla fruticosa* und andern strauchigen Arten, ferner bei *P. argentea,* dann bildet sich das Periderm innerhalb, die Endodermis außerhalb des Bastes aus, wobei es innerhalb der Bastsicheln selbst später zur Entwicklung kommt als an den übrigen Stellen des Querschnittes; nach Bildung sekundärer Bastbündel innerhalb des Periderms gelangt an deren Innenseite sekundäres Periderm in einem sich nach und nach ergänzenden Ringe zur Entstehung und damit Ringelborke.

Bildungsweise wie oben; eine Korkzelle bildet mit Phelloidzellen in wechselnder Zahl, durchschnittlich jedoch mit zwei, eine Lamelle. Phelloderm fehlt. Bei *Fragariastrum* sind die Phelloidzellen etwas zahleicher im Durchschnitte als bei *Eupotentilla.*

Die Korkzellen unterscheiden sich von den meist dünnwandigen Phelloidzellen entweder nur durch ihre Verkorkung — *P. supina, reptans, rupestris, recta, argentea, rubens arenaria, viridis* — oder außerdem durch mehr oder minder ausgesprochene allseitige Verdickung — *P. erecta, fruticosa, palustris*[1] und *recta* — oder endlich einseitige Verdickung, nämlich der inneren Tangentialwand — Sektion *Fragariastrum* und *P. canescens, anserina, glandulifera, nivea*; bei *P. canescens* und *caulescens* (Fig. 23) kann auch die äußere Tangentialwand, und zwar so beträchtlich verdickt sein, daß das Lumen spaltenförmig wird. Gleichen Bau zeigen immer auch die Endodermiszellen; zustande kommt die Verdickung durch Wachstum der inneren Zelluloselamelle, die dann meist schwach verholzt.

Tangentiale Streckung der Peridermzellen ausnahmslos, wenn auch manchmal — *P. supina* — nur gering. — Meist sind beide Zellarten radial gleich hoch — *P. sterilis* (Fig. 22), *micrantha, caulescens,*

---

[1] J. E. Weiß, a. a. O. Fig. 3 *a, b, c.*

anserina, erecta, fruticosa var. *tenuifolia, palustris, arenaria* usw. — bisweilen aber die Korkzellen höher — *P. fruticosa* var. *vulgaris,* weniger auffällig bei *P. caulescens* — oder die Phelloidzellen — *P. supina,* schwächer *P. viridis;* bei *P. clusiana* ist in jeder Lamelle die nach außen liegende Phelloidzelle etwas größer als die andere und die Korkzelle, ebenso bei *P. anserina* und *recta.*

Interzellularen immer vorhanden, doch von sehr wechselnder Größe, sehr klein zum Beispiel bei *P. sterilis, recta* und *rubens,* gut ausgebildet bei *P. carniolica, speciosa, palustris, nivea* u. a.; sie dienen der Ablösung. Sekundäre Wände, sowohl tangentiale als radiale, treten sehr selten außer in der Endodermis auf, nur bei *P. supina* sind die Korkzellen häufig durch eine radiale Wand geteilt, wodurch sich diese Art die frühere Gattung *Chamaephyton* Fourr., der *Duchesnea indica* nähert. Bedeutend schwächer zeigt sich, diese Erscheinung bei *P. palustris.*

In der Endodermis treten öfter sekundäre tangentiale Wände auf, nicht bloß bei der *Fragaria* nahestehenden Sektion *Fragariastrum* (*P. sterilis* 1, 2, *alba* bis 6, *micrantha* 1, 2, *carniolica* bis 9 und mehr sekundäre tangentiale Wände), sondern auch bei *P. rupestris* und *arenaria* (1); bei *P. caulescens* und *clusiana* fehlen sie, bei den übrigen Arten von *Fragariastrum* konnte die Endodermis nicht untersucht werden. Auch hier ist nur die innerste dieser Endodermiszellen verkorkt. Bei *P. supina* ist in der Endodermis häufiger radiale als tangentiale Unterteilung, Strecken des gleichen Querschnittes können darnach *Duchesnea,* andere *Fragaria* ähneln.

Horkelia. Das Periderm von Rhizom und Wurzel stimmt mit dem von *Potentilla* überein, die innere Zelluloselamelle der Korkzellen ist ringsum, doch tangential innen etwas mehr, schwach verdickt. Dasein oder Fehlen einer Endodermis konnte nicht festgestellt werden.

Ivesia. Entstehung unmittelbar innerhalb der Endodermis. Bildungsweise wie oben. Meist wechselt nur eine (bei *I. tridentata* gewöhnlich zwei) Phelloidzelle mit einer Korkzelle; kein Phelloderm. Interzellularen vorhanden, die größten bei *I. santolinoides* (Fig. 25). — Tangentiale Streckung ist nur bei *I. unguiculata* und *tridentata,* während *I. santolinoides,* was bei den typischen Rosoideen sehr selten der Fall ist, radiale Streckung zeigt. — Sekundäre Wände treten nicht auf.

Bemerkenswert ist die Verdickung der Korkzellen, die sich bei *Potentilla,* wenn sie überhaupt auftrat, auf die innere Tangentialwand vornehmlich beschränkte. Sie ist auch hier in verschiedenem Grade ausgebildet, bei *I. unguiculata* (Fig. 26) am schwächsten, am stärksten bei *I. tridentata* (Fig. 24), wo das Lumen fast bis zu völligem Schwunde gebracht sein kann, bei allen drei Arten sind vornehmlich die Ecken, besonders die außenseitigen, verdickt, dann die Seiten, während die innenseitige Tangentialwand oft in beträchtlicher Ausdehnung freibleibt. Diese Verdickung ist von schwach verholzter Zellulose gebildet wie bei *Potentilla* und findet sich in gleicher Weise in den Endodermiszellen. Sie bildet ein Kennzeichen von allerdings schwankendem Werte, doch heben sich wenigstens *I. tridentata* und *santolinoides* dadurch aus allen Potentillinen heraus, während *I. unguiculata* den Übergang zu ihnen bildet durch die schwache, mehr ringsherum auftretende Verdickung. — Die Phelloidzellen sind ringsherum gleichmäßig etwas verdickt.

Sibbaldia. Entstehungsort und Bildungsweise des Periderms von Rhizom und Wurzel wie bei den vorigen Potentillinen. Meist bilden zwei, drei Phelloid- mit einer Korkzelle eine Lamelle, Phelloderm fehlt. Interzellularen nur mäßig groß, am größten zwischen den jüngeren Phelloidzellen jeder Lamelle. — Die Korkzellen sind fast immer etwas kleiner als die Phelloidzellen (bei *S. parviflora* ist nur die erste etwas größer als die übrigen Zellen). — Einseitige Verdickung wurde nur bei den Korkzellen von *S. cuneata* an der inneren Tangentialwand beobachtet, sonst sind Phelloid- wie Korkzellen ringsum gleichmäßig ± verdickt; bei *S. cuneata* nimmt in jeder Lamelle die Verdickung der Phelloidzelle von der äußersten zur innersten ab; die einseitige Verdickung der Korkzellen dieser Art tritt gegenüber der der ältesten Phelloidzellen zurück. — Mäßige tangentiale Streckung. Sekundäre radiale unverkorkte

Wände treten bei *S. parviflora* und *procumbens,* wenn auch nioht häufig, in den Korkzellen auf, in der Endodermis von *S. procumbens* radiale und tangentiale sekundäre Wände. — Gilt für Rhizom und Wurzel.

Im Blütenstengel von *S. cuneata* und *procumbens* ist die Peridermbildung nicht auf Endodermis und ihr innen anliegende Zellreihe beschränkt, sondern ergreift auch die erste außerhalb der Endodermis liegende Zellschichte, doch nur an den Scheiteln der Ellipse, die der etwas zusammengedrückte Stengel auf dem Querschnitt bildet. Verkorkt ist jedoch nur die innerste der aus der Endodermis hervorgehenden Zellen und die (einzige) Korkzelle des wirklichen Korkgewebes, das nach der gleichen Teilungsweise wie im Rhizom sich bildet, jedoch nur eine Lamelle umfaßt.

Potaninia *mongolica,* ein Zwergstrauch von uraltem Typus, weichtin mancher Beziehung von den staudigen Potentillinen ab. Sie legt in den Zweigen ihr Periderm in der ersten Zellreihe an, die innerhalb des etwa zehn Zellschichten breiten Bastringes liegt. Bildungsweise wie oben. Meist sind zwei Phelloid- mit einer Korkzelle zu einer Lamelle verbunden (Fig. 27); diese hat nicht die den Potentillinen sonst eigene Verdickung der Suberinlamelle durch Einbeziehung der Mittellamelle in den Radialwänden, sondern gleichmäßig dünne und etwas gewellte Wände (Schwammkorktypus). Von den im Anfange dünnwandigen Phelloidzellen ist hie und da eine verholzt und verdickt, und zwar meist tangential außen und innen etwas stärker. An dem vorliegenden Material war die Bildung des primären Periderms schon vollkommen abgeschlossen, es bestand aus drei Lamellen; nach innen von der jüngsten innersten Korkzellreihe aber befanden sich noch zwei oder drei Zellreihen, deren Elemente an manchen Stellen des Querschnittes jenen vereinzelten verdickten Phelloidzellen gleich gebaut waren. Ob diese Zellen durch vorbereitende Teilungen aus der Urphellogenzelle oder durch ein-, zweimalige unregelmäßige Teilung aus der nach innen abgeschiedenen ältesten Tochterzelle der letzten Lamelle hervorgingen, ließ sich leider nicht mehr ermitteln. Diesen Zellen schließt sich nach innen ein sekundärer Bastring an, darauf sekundäres Periderm, bei dem viele Phelloidzellen der ältesten Lamelle (und auch sonst da und dort eine) in der angegebenen Weise verdickt sind. Den inneren vorläufigen Abschluß dieses dreilamelligen Periderms bildete die Phellogenzelle. Weitere Stadien bot das Material nicht dar. — Die Phelloidzellen sind gegeneinander abgerundet, wodurch mäßig große Interzellularen entstehen.

Chamaerhodes. Bildungsweise und Entstehungsort des Periderms wie bei den typischen Potentillinen. Phelloidzellen in wechselnder Zahl, meist vier, bilden mit je einer Korkzelle eine Lamelle. Alle Zellen sind tangential etwas gestreckt, unverdickt bis mäßig verdickt die Phelloidzellen. — Interzellularen; Phelloderm fehlt. — Wurzelperiderm gleich.

Die **Potentillinae** sind nach dem Angeführten eine bezüglich des Periderms sehr gleichmäßig gebaute Gruppe, deren Angehörigen gemeinsam ist:

1. pericyklische Entstehung des Periderms in den Stammorganen, auch bei den strauchigen Arten wie *Potentilla fruticosa, Potaninia mongolica;*
2. die von Weiß zuerst bei *Potentilla (Comarum) palustris* gefundene Teilungsweise, die zugleich sämtlichen typischen Rosoideen eigen ist;
3. das ausnahmslose Auftreten von Phelloidzellen in regelmäßigem Wechsel mit einer Korkzelle;
4. Verdickung der Suberinlamelle auf Kosten der Mittellamelle in den radialen Wänden (Ausnahme *Potaninia);*
5. regelmäßige Anordnung der zelligen Elemente in tangentialen Reihen;
6. Fehlen des Phelloderms.

Die auftretenden Gattungs- und Artunterschiede sind zum größten Teil nur quantitativ, bloß *Duchesnea, Ivesia* und *Potaninia* heben sich aus der ganzen Gruppe durch ihre Eigentümlichkeiten heraus.

c) **Dryadinae.**

Untersuchte Arten:	Zahl der Phelloidzellen einer Lamelle	Organ
Waldsteinia geoides Willd.	1—3	Rhizom
	2	Wurzel
» *ternata* Fritsch	1	Rhizom und Wurzel
» *fragarioides* Tratt.	1	Wurzel
» *lobata* Torr. et Grey	1	Rhizom
Coluria geoides R. Br. (= *Geum laxmanni*)	1, 2	»
	1, 2	Wurzel
» *potentilloides* R. Br.	1	»
Geum L. 1. Untergattung: **Eugeum.**		
Geum urbanum L.	2—4	Rhizom
» *japonicum* Thbg.	2 und mehr	»
	1, 2	Wurzel
» *coccineum* Sibth. et Sm.	1, 2	Rhizom und Wurzel
» *rivale* L.	2—5	Rhizom
	1, 2	Wurzel
» *vernum* Torr.	1, 2	»
2. Untergattung: **Sieversia.**		
Geum montanum L.	3—5	Rhizom
	1, 2	Wurzel
» *reptans* L.	2	Rhizom
» *triflorum* Pursh.	1	»
Fallugia paradoxa Endl.	—	Zweig
Cowania plicata D. Don.	—	»
» *mexikana* D. Don.	—	»
Dryas octopetala L.	—	»
» *drummondii* Richards.	—	»

Nur die drei ersten Gattungen haben phelloidführendes Periderm vom Baue der typischen Rosoideen, die drei letzten dagegen reinen Schwammkork und zentripetale Teilung.

Waldsteinia. Entstehung unmittelbar innerhalb der nicht sehr deutlich ausgeprägten Endodermis (Rhizom). Eine oder zwei Phelloidzellen bilden mit einer Korkzelle eine Lamelle. Phelloderm fehlt. Die Korkzellen zeigen Verdickung der inneren Tangentialwand und der Radialwände, sind ringsum, doch radial erheblich stärker verkorkt und etwas höher als die Phelloidzelle — *W. geoides* — oder gleich hoch; alle Zellen sind tangential etwas gestreckt, die Phelloidzellen ringsum gleichmäßig schwach verdickt; kleine Interzellularen. Sekundäre tangentiale Wände treten manchmal in der Endodermis, radiale da und dort in den Korkzellen von *W. ternata* auf.

Das Periderm der Wurzel weicht nur darin ab, daß es kleinzelliger, tangential sehr wenig gestreckt ist, Phelloidzellen an Zahl geringer. Die Endodermis ist scharf ausgeprägt, ihre Zellen (deutlicher als im Rhizom) den Korkzellen gleich gebaut. Sekundäre radiale Wände ziemlich häufig in der Wurzelendodermis von *W. fragarioides*.

Coluria wie *Waldsteinia*. Fig. 28 gilt für das Wurzelperiderm beider.

Geum. Entstehungsort und Verdickung der Peridermzellen gleich *Waldsteinia,* nur sind die Interzellularen deutlicher. Im Rhizom sind die Zellen ziemlich stark tangential gestreckt und niedrig (Fig. 31), die tangentiale Reihenanordnung weniger deutlich als in der Wurzel. Sekundäre radiale Wände selten.

In der Wurzel dagegen treten solche Wände in den Korkzellen (Fig. 29) scharf hervor, es können sich sogar zwei — *G. rivale* — in einer Zelle bilden, was bei den bisher betrachteten Rosaceen eine Seltenheit war; da sich an solchen Stellen stärkerer tangentialer Streckung die den Korkzellen innen folgende Phellogenzelle der nächsten Lamelle teilt und diese neuen Wände mit denen der Korkzellen häufig nicht zusammenstoßen, durch diese lebhafte Teilungstätigkeit der beiden Zellarten auch ihre entsprechenden primären Wände gegeneinander verschoben werden können, endlich auch das innen anschließende Parenchym seine ursprünglich größeren Zellen durch Teilung auf die Größe der Peridermzellen herabmindert, so ruft der Gesamteindruck leicht die Vorstellung hervor, als stamme jede Lamelle, aus zwei Phelloid- und einer Korkzelle zusammengesetzt, aus einer neuen, immer weiter nach innen liegenden Urmutterzelle ab, was jedoch durch die Untersuchung der seltenen, wenig gestörten Stellen nicht bestätigt wird. — Wie bei *Waldsteinia* und *Coluria* sind auch hier die Zellen des Wurzelperiderms klein und wenig tangential gestreckt, weil häufig Teilungen in der Phellogenzelle auftreten. — Die Phelloidzellen der Wurzel sind etwas höher als die Korkzellen, im Rhizom umgekehrt (Fig. 30, 31).

Fallugia ist von den bisher besprochenen Dryadinen am nächsten mit *Geum* verwandt, bildet jedoch durch abweichende Peridermbildung und Strauchnatur mit *Cowania* und *Dryas* eine den staudigen *Waldsteinia*, *Coluria* und *Geum* scharf gegenüberstehende Gruppe.

Bei *Fallugia* entsteht das Periderm außerhalb eines vielfach unterbrochenen Bastringes; zuerst wird zentrifugal ein Phelloderm gebildet (das den bisher behandelten Potentillinen und Dryadinen fehlte), welches aus höchstens fünf Zellen besteht, dann durch zentripetale Teilung der Kork, der sieben bis zehn Zellreihen umfaßt (Fig. 32); seine Zellen ähneln am meisten denen von *Physocarpus* (Schwammkorktypus), sie sind auf dem Querschnitte quadratisch, dünnwandig, tangential meist nicht in Reihen, die Radialwände ± gewellt und meist länger als die tangentialen. Interzellularen fehlen, ebenso Phelloidzellen. — Die Phellodermzellen sind tangential etwas gestreckt, ziemlich niedrig, dickwandig, mit kleinen Interzellularen, die tangentialen Reihen deutlicher. — Im zweiten Jahre entsteht ein gleich gebautes Periderm unmittelbar innerhalb des mittlerweile mächtiger gewordenen Bastringes außerhalb eines neu angelegten zweiten, also Ringelborke.

Cowania hat nicht mehr typisch inneres Periderm in seinen Zweigen, sondern es kann sich der Epidermis bis auf eine, zwei Zellreihen nähern, was bei *C. mexikana* häufiger vorkommt als bei *C. plicata;* doch bleibt der Abstand des Periderms vom Bastringe und von der Epidermis nicht auf dem ganzen Querschnitte derselbe, sondern es kann sich an manchen Stellen wieder dem Bastringe bis auf wenige Zwischenzellreihen nähern *(C. mexikana)* oder sich ihm ganz anschließen *(C. plicata)*, hat also dann, weil die primäre Rinde etwa zehn Zellreihen in sich begreift, einen ziemlich großen Abstand von der Epidermis.

Zuerst entstehen wenige bis keine Phellodermzellen, dann etwa sieben Zellreihen starker Kork; seine Zellen sind dünnwandig, tangential gestreckt bis fast quadratisch je nach der ± starken Wellung seiner Radialwände, die tangentialen sind jedoch infolge starker tangentialer Dehnung völlig gerade; aus dem gleichen Grunde können sich auch keine tangentialen Reihen bilden (Fig. 33). Besonders niedrig sind infolge der Dehnung die Korkzellen von *C. mexikana.* — Interzellularen und Phelloidzellen fehlen gänzlich. — Die Phellodermzellen sind ± tangential gestreckt, ringsum gleichmäßig etwas verdickt, reichlicher (vier bis sechs, auch mehr Zellen) bei *C. plicata,* öfter ganz fehlend bei *C. mexikana,* die tangentiale Reihenanordnung oft verwischt. — Sekundäre Wände fehlen durchaus.

Ein zweites Periderm von gleichem Baue wird weiter innen zwischen dem primären und einem sekundären Bastringe gebildet — Ringelborke.

Dryas. Der Entstehungsort des Periderms bewegt sich hier in noch weiteren Grenzen als bei *Cowania*, nämlich von der subepidermalen Zellreihe bis zur ersten Zellschichte innerhalb der Bastbündel, vorwiegend bildet es sich allerdings unmittelbar außerhalb ihrer. — Nur Kork; Phelloid und Phelloderm fehlt gänzlich;[1] zentripetale Teilung. Die Zellen tangential gestreckt, dünnwandig, ohne sekundäre Wände und Interzellularen. Sie füllen sich bald mit homogenem braunem Inhalte. — Das zweite Periderm entsteht wieder innerhalb des ersten, außerhalb des zweiten Bastringes als in sich geschlossener Ring oder es hängt mit dem primären zusammen und schließt mit diesem Teile des Bastringes ein — Ringelborke.

In der Wurzel wie immer das Pericambium phellogen, alles übrige gleich, kein Phelloid.

Dryadinae. Während die Potentillinen, fast ausnahmslos Stauden (nur wenige *Potentilla*-Arten und *Potaninia* sind Strauchformen), ihre nahe Verwandtschaft auch im Baue des Periderms deutlich zum Ausdrucke bringen, drängen sich bei den Dryadinen bezüglich ihres morphologischen wie anatomischen Verhaltens größere Unterschiede auf; die drei ersten Gattungen sind Stauden und besitzen in Rhizom und Wurzel das typische phelloidführende Rosoideenperiderm, das auch den Potentillinen eigen ist, die drei letzten Gattungen sind bald verholzende xerophytische Sträucher, deren primäre Rinde nur kurze Lebensdauer besitzt. Ihr Periderm weicht von dem der anderen Gattungen bezüglich des Entstehungsortes (nur *Fallugia* hat ein typisch inneres Periderm, bei *Cowania* und *Dryas* kann es irgendwo zwischen Epidermis und Bastbündeln entstehen) und der Bildungsweise sowie der zusammensetzenden Elemente ab, indem ihnen Phelloid vollkommen fehlt, während bei *Fallugia* und *Cowania* Phelloderm auftritt, das bei Potentillinen und Dryadinen bisher vermißt wurde; diesen fehlt auch die Ringelborke der drei genannten Gattungen. Die Korkzellen selbst waren bei jenen ± derbwandig und auch tangential in Reihen angeordnet, bei diesen dreien sind sie zartwandig, tangential gegeneinander verschoben (am wenigsten bei *Dryas*), die Radialwände von *Fallugia* und *Cowania* ausgesprochen länger als die tangentialen, doch infolge des bedeutenden sekundären Dickenwachstums und der dadurch hervorgerufenen tangentialen Dehnung radiär verkürzt und stark gewellt, ähnlich *Physocarpus*. — *Dryas* führt zu den Cercocarpeen hinüber durch den Bau seiner Korkzellen und schließt sich darin am meisten an *Adenostoma fasciculatum* an (dessen Abbildung, Fig. 38, auch für *Dryas* gelten kann, wenn man sich auch das erste Periderm kleinlumig denkt wie die späteren).

Die drei **Potentilleen**gruppen der *Rubinae, Potentillinae* und *Dryadinae* haben also (mit Ausnahme von *Fallugia, Cowania* und *Dryas*) folgende Merkmale im Periderm ihrer ober- und unterirdischen Stammorgane gemein:

1. innere Entstehung (innerste Rindenzellschicht bei *Rubinae*, pericyklische Entstehung bei den zwei anderen Gruppen);

2. die eigentümliche von J. E. Weiß angegebene Teilungsweise und die Zusammensetzung jeder Lamelle aus Phelloid und einer Korkzelle;

3. die Verdickung der Suberinlamelle auf Kosten der Mittellamelle in den Radialwänden (Ausnahme *Potaninia*);

4. regelmäßige Anordnung der Zellen in tangentialen Reihen;

5. das Fehlen des Phelloderms (Ausnahme *Rubus reflexus*).

---

[1] Weiß gibt allerdings a. a. O. für *Dryas octopetala* Phelloidzellen und die Teilungsweise der typischen Rosoideen an, doch ist das entschieden ein Irrtum.

Das Periderm entsteht bei allen im ersten Jahre und ist Dauerperiderm bei den staudigen Arten (Rhizom); bei den strauchigen *Potentilla*-Arten und *Potaninia* wird dagegen wie bei *Fallugia, Cowania* und *Dryas* schon im zweiten Jahre Ringelborke gebildet.

Das Wurzelperiderm ist ausdauernd, im übrigen verhält es sich, soweit beobachtet, gleich dem des Stammes.

3. Cercocarpeae.

Untersuchte Arten:

Cercocarpus fothergilloides Kunth.
» *macrophyllus* C. K. Schn.
» *parvifolius* Nutt.
» *farinifolius* (*C. parvifolius* Nutt. nahestehend?).
» *betulaefolius* Nutt.
» *breviflorus* Gray.
» *ledifolius* Nutt.
Adenostoma fasciculatum Hook. et Arn.
» *sparsifolium* Torr.
Coleogyne ramosissima Torr.
Purshia tridentata DC.
» *glandulosa* Curr. (nach C. K. Schneider eine Form von *tridentata*).
Chamaebatia foliolosa Benth.

Cercocarpus. Sträucher und Bäume mit rindenständigem (jedenfalls nicht pericyklischem) oder subepidermalem Periderm, dessen Entstehungsort allerdings nur für *C. parvifolius* (subepidermal) und *C. fothergilloides* unzweifelhaft sichergestellt werden konnte; es entsteht bei diesem ebenfalls subepidermal oder, an andern Stellen des Querschnittes bis zu acht Reihen von der Epidermis entfernt, doch immer noch in einem Abstande von etwa acht Zellreihen von den Bastbündeln. Gelegentlich verkorkt die erste Phellogenzelle auf ± lange Strecken, die Peridermbildung geht dann in die nächstinnere Zellreihe über (Fig. 34). Auch bei den übrigen Arten behält das Periderm einen beträchtlichen Abstand von den Bastbündeln bei, der je nach der Stärke der primären Rinde bis zu dreißig Zellreihen betragen kann — *C. macrophyllus.*

Phelloid fehlt, Phelloderm schwach entwickelt oder fehlend, der eigentliche Kork jedoch reichlich ausgebildet, besonders bei *C. macropyllus* (Fig. 36). Seine Zellen sind meist verhältnismäßig klein, tangential gestreckt, tafelförmig, zartwandig, die Radialwände durch tangentiale Dehnung gewellt, also wie bei *Fallugia, Cowania* und *Dryas* eine Art Schwammkork. Abweichend davon hat *C. macrophyllus* derbwandige Korkzellen — Plattenkork — und ein bis sechs Zellreihen starkes Phelloderm; *C. paucidentatus* (eine Varietät von *C. betulaefolius*) hat zweierlei Arten von Korkzellen, indem je zwei bis vier zartwandige mit einer, seltener zwei dickwandigen abwechseln. Das Phelloderm dieser Art ist derbwandiger als das der andern, doch auch nur zwei, drei Zellreihen mächtig (Fig. 35). — Die Entwicklung des Phelloderms geht der des Korkes voraus, doch dürften auch nachträglich noch solche Zellen entstehen. — Meist tangentiale Reihenanordnung. — Wiederholte Peridermbildung wurde nicht beobachtet, sie dürfte, da es sich mehr um ein äußeres Periderm handelt, wenn überhaupt, so erst nach Jahren eintreten.

***Adenostoma** fasciculatum.* Hier entsteht das Periderm wieder unmittelbar außerhalb der einen Ring bildenden Bastbündel zehn und mehr Zellreihen von der Epidermis entfernt *(A. fasciculatum).* Außer dem Phelloid fehlt auch das Phelloderm. Die Korkzellen sind tangential etwas gestreckt, verhältnismäßig klein, zartwandig, die radialen Wände wenig gewellt (Fig. 38). — Im zweiten Jahre bildet sich zwischen dem primären und sekundären Bastringe ein zweites Periderm mit etwas niedrigeren, radial

stärker zusammengedrückten, sonst gleichen Korkzellen; diesem folgt in gleicher Weise ein drittes usw. Namentlich die späteren Periderme sind wenig-, drei- oder vierzellig, auch die Bastringe werden schmäler, etwa zweireihig (Fig. 38); Ringelborke. — Die primäre Rinde besteht hier, abweichend von *Cercocarpus*, aus weitlumigen, zartwandigen, inhaltsarmen Zellen, die sehr wenig (oder kein?) Chlorophyll führen.

Für *A. fasciculatum* f. *brevifolium* gilt das gleiche mit der Abänderung, daß das erste Periderm eine, zwei Zellreihen außerhelb des Bastringes, innerhalb einer gut ausgeprägten Endodermis entsteht, deren Zellen Verdickung der äußeren Tangentialwand und der Radialwände mit Ausnahme eines schmalen Ringes im inneren Drittel zeigen (Fig. 37); die Korkzellen des ersten Periderms sind ringsum etwas verdickt, tangential außen und radial stärker, ähnlich, doch nicht so gut ausgebildet als die Endodermiszellen. Die folgenden Periderme zeigen wieder Schwammkorktypus wie die von *A. fasciculatum*, mit dessen primärer Rinde die der f. *brevifolium* im Baue übereinstimmt. — Beim ersten Periderm tritt zu innerst eine Phellodermzellreihe auf.

A. sparsifolium verhält sich *A. fasciculatum* gleich mit der Abänderung, daß vier bis sechs Phellodermzellen im ersten Periderm (spätere Stadien zeigte das dürftige Material nicht) auftreten zum Ersatze für die primäre Rinde, die bei dieser Art eine bis drei Zellreihen unter der Epidermis ein assimilierendes Gewebe vom Charakter eines Schwammparenchyms ausbildet.

Coleogyne. Das erste Periderm entsteht unmittelbar außerhalb des Bastringes und setzt sich nur aus Kork zusammen; dieser ist wie bei *Dryas* und *Adenostoma* wenig reichlich, von Schwammkorktypus, seine Zellen ziemlich niedrig und tangential gestreckt. — Das zweite Periderm wird im zweiten Jahre zwischen primärem und sekundärem Bastringe angelegt, und zwar zuerst verhältnismäßig reichliches Phelloderm von etwa vier Zellreihen, dann der Kork, dessen äußerste älteste Zellen hier aber radial höher sind als tangential, gleichwohl sind die Radialwände noch gewellt. Nach innen zu werden die Korkzellen, die in der Zahl 7 vorhanden waren und dünnwandig sind, immer niedriger — Ringelborke (Fig. 39). — Eigentümlich ist das Auftreten des Phelloderms in den sekundären Peridermen, verglichen mit seinem Fehlen im ersten. Die primäre Rinde hat weitlumige, inhaltsarme, chlorophyllose Zellen, die bald zugrunde gehen, denn schon in der Blütenregion ist die Achse braun von den abgestorbenen Rindenzellen.

Purshia. Phellogen wird die subepidermale oder die unter ihr liegende Zellschicht, wodurch das Periderm etwa 15 Zellreihen von den einzeln stehenden Bastbündeln abgerückt erscheint; es ist aus Schwammkork mit ziemlich niederen, tangential gestreckten Zellen und schwach verdicktem Phelloderm im Verhältnisse 20 : 3, 4 der Zellenzahl zusammengesetzt (Fig. 40). Beiderlei Elemente entstehen abwechselnd. — Die Phellogenzelle funktioniert mindestens einige Jahre, wiederholte Peridermbildung wurde nicht beobachtet.

Chamaebatia. Entstehung weniger Zellreihen von den vereinzelt stehenden Bastbündeln oder unmittelbar an ihnen, wahrscheinlich in größerer Entfernung von der Epidermis. Zuerst bilden sich eine bis drei schwach verdickte Phellodermzellen, dann Schwammkork mit tangential etwas gestreckten Zellen in größerer Anzahl, dazwischen wieder neue Phellodermzellen in geringer Zahl. — Wiederholte Peridermbildung wurde nicht beobachtet, der Kork ist mehrjährig (Fig. 41).

Die **Cercocarpeen** sind wie ihre Verwandten *Fallugia* und *Cowania* (auch *Dryas* ist xerophytisch) eigenartig gebaute Sträucher der trockenen und Wüstengegenden Nordamerikas und Kaliforniens und haben mit diesen folgende Peridermmerkmale gemein:

1. Besteht das Periderm aus Schwammkork allein oder auch wenig reichlichem Phelloderm, jenes entsteht durch gewöhnliche zentripetale, dieses durch zentrifugale Teilung. Die Korkzellen sind allermeist zartwandig und ± weitlichtig, die Radialwände wellig verbogen.

2. Phelloid fehlt durchgehends.

3. Tangentiale Reihenanordnung im Kork meist nicht vorhanden.

Wohl in Verbindung mit ihrer Hinneigung zur Baumform *(Cercocarpus ledifolius)* zeigen die Cercocarpeen alle Übergänge von innerer pericyklischer zu äußerer Peridermbildung (subepidermale bei *C. parvifolius* und *Purshia* zum Beispiel). — Meist ist der Kork mehrjährig, Ringelborke bilden *Adenostoma* und *Coleogyne,* die einzigen dieser Gruppe mit ausgesprochen innerem Periderm.

4. Ulmarieae.

Untersuchte Arten:	Anzahl der Phelloidzellen einer Lamelle	Organ
Filipendula hexapetala Gilib.	15—20	Rhizom
» *palmata* Pall.	12—15	»
» *ulmaria* Maxim.	(2) 6—8	»

Hier geht die Teilung wieder in der von Weiß angegebenen Weise vor sich; in der Regel werden nur Phelloid- und Korkzellen gebildet, durch vorbereitende Teilung auf kürzeren Strecken des Querschnittes auch eine oder zwei Zellen nach innen abgeschieden. Zur Untersuchung gelangten nur jüngere Rhizome und Wurzeln, so daß nur eine, bloß bei *F. hexapetala* zwei Lamellen beobachtet werden konnten. In den Wurzeln, selbst in solchen mit 2 bis 3 *mm* Durchmesser, war überhaupt kein Periderm entwickelt, die Schutzscheide aus in typischer Weise ringsum verkorkten und durch ein oder zwei radiale Wände untergeteilten Zellen gebildet, im darunter liegenden Pericykel jedoch keine Spur einer Teilung; die Epidermiszellen waren gbräunt und abgestorben, die Zellen der darunterliegenden Zellschicht radial stark gestreckt und ein-, zweimal tangential geteilt, jedoch nicht verkorkt.

Im Rhizome waren bei meinem Material viel mehr Phelloidzellen in einer Lamelle entwickelt (bis 20), als Weiß (a. a. O. p. 29) an seinen Pflanzen beobachtet hat (1 bis 3). An meiner freilich kräftig entwickelten *F. ulmaria* traten nur ausnahmsweise auf kurzen Strecken des Querschnittes zwei oder drei Phelloidzellen auf, meist jedoch etwa sechs; möglicherweise handelt es sich hier um individuelle Verschiedenheiten, obwohl im allgemeinen die Zahl der Phelloidzellen einer Art nur geringen Schwankungen unterworfen ist. Für das Genus *Filipendula* dürfte wohl eine größere Zahl von Phelloidzellen (12 bis 15) als typisch gelten. — Die Korkzellen sind in jeder Lamelle nur in der Einzahl vorhanden.

Bei *F. palmata* wird die unmittelbar außerhalb der Bastbündel liegende Zellreihe phellogen, bei den übrigen, die keine Bastbündel besitzen, schließt sich das Periderm an das Leptom an; pericyklische Entstehung, obwohl eine typische Endodermis nicht vorhanden ist. — Die Zellen sind tangential etwas gestreckt und wenig verdickt, eine deutliche tangentiale Reihenanordnung meist nicht vorhanden. Interzellularen von bescheidener Größe. — In den Korkzellen die charakteristische Verdickung der Suberinlamelle in den Radialwänden.

Es treten also bei den **Ulmarieen** die fünf Peridermmerkmale wieder auf, die für die Potentilleen kennzeichnend waren.

5. Sanguisorbeae.

Phelloidführendes Periderm; die von Weiß angegebene Teilungsweise.

Untersuchte Arten:	Anzahl der Phelloidzellen in einer Lamelle	Anzahl der Korkzellen in einer Lamelle	Organ
Alchemilla conjuncta Babington	2, 3	1	Rhizom
» *hirsuta* H. B. K.	2, 3	1	Wurzel
» *alpina* L.	2, 3	1 (2)	Rhizom
	2, 3	1	Wurzel

Untersuchte Arten:	Anzahl der Phelloidzellen einer Lamelle	Anzahl der Korkzellen einer Lamelle	Organ
Alchemilla sericea W.	1, 2	1 (2)	Rhizom
	2, 3	1	Stengel
» *vulgaris* L.	3, 4	1	Rhizom
	1, 2	1	Wurzel
» *galioides* Benth.	2	1	Rhizom
» *sibbaldiaefolia* H. B. K.	1	1	»
» *hirsuta* H. B. K. Sekt. *Lachemilla*.	2 (3)	1	»
Agrimonia odorata Mill.	2	1	Wurzel
	2	1	»
» *pilosa* Ledeb.	2	1	»
Aremonia agrimonioides Neck.	2 (3)	1	»
Leucosidea sericea Eckl. et Zeyh.	2	1	»
Hagenia abyssinica Willd.	2	1	Zweig
Sanguisorba minor Scop.	2—5		Rhizom
	2, 3	1	Stengel
	1		Wurzel
» *officinalis* L.	2, 3		Rhizom
	1	1	Stengel
	1		Wurzel
» *mauretanica* Boiss.	2, 3	1	Rhizom
» *alveolosa* Spach.	2, 3	1	»
» *ancistroides* Desf.	2—4	1	»
» *annua* Nutt.	1	1	»
Poterium spinosum L.	1	1	Zweig
	2	1	Wurzel
Margyricarpus setosus R. et Pav.	2	1	Zweig
Tetraglochin strictum Poepp. = *Marg. alatus* Gill.	2, 3	1	»
Polylepis tarapacana Phil. = *P. incana* H. B. K. (nach Reiche)	5	1	»
» *racemosa* R. et Pav.	2, 3	1	»
» *sericea* Wedd.	2, 3	1	»
» sp. *(lanuginosa?)*	2, 3	1	»
(**Acaena** (Untergattung **Euacaena** u. **Ancistrum**).			
Acaena lappacea R. et Pav.	2 (3)	1	Rhizom
» *elongata* L.	2 (3)	1	»
» *pinnatifida* R. et Pav.	2, 3	1	»
» *sanguisorbae* Vahl.	1, 2, 3	1	»
	1 (2)		Wurzel
» *ovalifolia* R. et Pav.	2 (1, 3)	1	Rhizom
» *adscendens* Vahl.	3	1	»
» *laevigata* Ait.? = *A. venulosa* Griseb.	2 (3)	1	»
» *cadilla* Hook.	2, 3	1	»
» *cuneata* Hook.	2	1	»

Untersuchte Arten:	Anzahl der Phelloidzellen einer Lamelle	Anzahl der Korkzellen einer Lamelle	Organ
Acaena ovina A. Cunn.	2 (3)	1	Rhizom
Bencomia caudata Webb. et Berth.	2	1	Zweig
» *Moquiniana* Webb. et Berth.	1 (2)	1	»
Cliffortia. 1. Multinerviae: C. ruscifolia L.	1 (2)	1	»
» *graminea* L.	1	1	»
2. Dichopterae: » *odorata* L.	1	1	»
3. Bifoliolae: » *crenata* L.	1, 2	1	»
4. Trifoliolae: » *obcordata* L.	1	1	»
» *strobilifera* L.	1	1	»
» *drepanoides* E. et Zeyh.	1	1	»
» *juniperina* L.	1	1	»
» *filifolia* L.	1	1	«
	1, 2	1	Wurzel
» *Schlechteri* Bolus	1 (2)	1	Zweig

Alchemilla. Das Periderm gleicht dem von *Potentilla* (Fig. 22). Entstehung in der der Endodermis innen anliegenden Zellreihe. Eine Lamelle aus meist zwei Phelloid- und einer Korkzelle (nur stellenweise zwei); Verdickung der inneren Tangentialwand durch Wachstum der inneren Zelluloselamelle, der Radialwände durch Ausbreitung der Suberin- auf Kosten der Mittellamelle bei Kork- und Endodermiszellen, die beide ringsum etwas dicker als die Phelloidzellen und ein wenig niedriger als sie sind. Diese selbst sind vollkommen dünnwandig oder schwach verdickt, bei *A. alpina* ist die innerste jeder Lamelle niedriger als die beiden anderen Phelloidzellen und damit größengleich der Korkzelle. Alle Zellen tangential $\pm$ gestreckt, sekundäre Wände selten. — Periderm reichlich, bis zu fünf Lamellen am Rhizom von *A. alpina* beobachtet, wobei die inneren Zellen der primären Rinde anscheinend noch lebten. — Interzellularen verhältnismäßig klein.

In der Wurzel treten meist weniger Phelloidzellen in einer Lamelle auf. Bei *A. galeoides* in den Korkzellen radiale sekundäre nicht verkorkende Wände, wenn auch nicht sehr reichlich; bei manchen *Alchemilla* sind wohl alle Endodermis, nicht aber die Korkzellen durch eine oder zwei solche Wände untergeteilt. Das übrige wie im Rhizom. — Im Stengel Entstehung zwischen Endodermis und Bastbündeln, die im Rhizom fehlen, sonst alles gleich.

Agrimonia. Sekundäre radiale Wände in den Korkzellen, sonst gleich *Alchemilla*; wie diese auch ***Aremonia***, dem diese sekundären Wände aber wieder fehlen, ebenso wie dem Wurzelperiderm von ***Leucosidea.*** Bei allen dreien ist die innere Tangentialwand der Korkzellen etwas verdickt.

Hagenia. Entstehung in der ersten, innerhalb der Endodermis liegenden Zellreihe, unmittelbar an den Bastbündeln oder durch eine, zwei Zellreihen von ihnen getrennt. Zwischen den Bastsicheln wird durch vorbereitende Teilungen in der Mutterzelle manchmal eine Zelle nach innen abgeschieden, bevor die eigentliche Peridermbildung beginnt. Sehr zarte Wände und große Interzellularen weist das Phelloid auf, schwache Verdickung der Kork durch Wachstum der inneren Zelluloselamelle, er ist weitlichtig und besitzt gewellte Wände, die Verdickung der Suberinlamelle in den Radialwänden fehlt ihm (Fig. 42). Ob Dauerperiderm oder nicht, konnte an dem jungen Zweigstück, an dem erst zwei Lamellen ausgebildet waren, nicht ermittelt werden.

Sanguisorba. Entstehungsort und Bau des Periderms wie bei *Potentilla* und *Alchemilla.* Phelloid dünnwandig, Interzellularen ziemlich klein. — *S. ancistroides* hat tangential wenig gestreckte, fast

quadratische Zellen, schwache Verdickung des Phelloids. — Sekundäre Wände nicht oder nur vereinzelt vorhanden. — Im Stengel entsteht das Periderm zwischen Endodermis und den Bastbündeln. — In der Wurzel ist das Periderm kleinzelliger, sonst alles gleich.

Poterium. Entstehungsort in Zweig und Wurzel wie bei *Hagenia.*

Alle Zellen tangential etwas gestreckt; die Korkzellen von Schwammkorktypus. Die Phelloidzellen sind je nach ihrer Anzahl in einer Lamelle verschieden ausgestaltet; sind mehrere vorhanden, dann verdicken sich die äußersten an der unteren, weniger an der oberen Tangentialwand bogenförmig und runden sich gegeneinander ab; wenn nur eine, dann verdickt sich diese in gleicher Weise und rundet sich gegen die innen folgende Korkzelle ab (Fig. 43, 44). Diese der inneren Zelluloselamelle angehörende Verdickung ist stark verholzt, sie dürfte im Stamme mechanischen Zwecken dienen, Ersatz der sehr schwach (Gegensatz *Potaninia, Hagenia* und andere Holzgewächse mit mächtigen Bastbelegen) ausgebildeten mechanischen Elemente außerhalb des Holzkörpers, während die Verholzung bei stärkerer Wasseraufnahme das Abrunden der Zellen und damit das Ablösen der äußeren Peridermteile befördern dürfte. Die gleiche Einrichtung wies die Wurzel von *Stephanandra Tanakae* auf. — Sekundäre Wände selten.

Margyricarpus. Phellogen wird die erste innerhalb der Bastbündel befindliche Zellreihe; im übrigen gilt das von *Potentilla* (Fig. 22) und den staudigen Rosoideen Gesagte. Alle Zellen mäßig verdickt keine sekundären Wände; die älteren Zellen mit homogenem braunem Inhalt.

Tetraglochin. Entstehungsort konnte nicht ermittelt werden. Korkzellen von Schwammkorktypus, also dünnwandig und weitlichtig wie bei *Hagenia* und *Poterium,* lufterfüllt, Radialwände etwas gewellt; höher als die ringsum gleichmäßig schwach verdickten Phelloidzellen, auf dem Querschnitte quadratisch (Fig. 45).

Polylepis. Da jüngere Stadien fehlten, kann nur vermutet werden, daß auch hier die Entstehung im Pericykel stattfindet. — Die Zellen sind tangential gestreckt, Kork- und Phelloidzellen gleich groß, keine sekundären Wände, Interzellularen verhältnismäßig groß. Wiederholte Peridermbildung, wobei auf kürzeren oder längeren Strecken des Querschnittes Leptom, manchmal mit eingestreuten Bastzellen, abgeschnürt wird.

Bei *P. tarapacana* werden die bei dieser Art zahlreicher auftretenden Phelloidzellen von innen nach außen bei sonst gleicher Zellgröße immer derbwandiger, in der äußersten Reihe kann das Lumen bereits strichförmig sein (Fig. 46). Diese Verdickung beschränkt sich auf die Tangentialwände und besteht aus Zellulose. Die Interzellularen sind hier nur zwischen den inneren Phelloidzellen jeder Lamelle gut ausgebildet, zwischen welchen dann auch durch immer weitergehende Abrundung die Trennung stattfindet, so daß von den fünf Phelloidzellen bei der Ablösung meist zwei am Zweig bleiben, die verdickten Schichten derselben Lamelle jedoch mit dem Kork und den noch übrig gebliebenen Phelloidzellen der äußersten Lamelle in ihrer Gänze als ein dünner glatter Hohlzylinder abgestoßen werden, ähnlich wie bei *Rubus odoratus*; weniger typisch scheint die Abblätterung bei den übrigen *Polylepis* vor sich zu gehen, es kommt schwerer zur Bildung zusammenhängender Hohlzylinder, wohl deshalb, weil die innige Zellverbindung und Festigkeit der Peridermblätter fehlt, die bei *P. tarapacana* durch die derbwandigen, fast interzellularlosen Phelloidzellen, die den anderen *Polylepis* fehlen, gewährleistet ist.[1] Bei *Rubus odoratus* ist dafür die Korkzellreihe stark verdickt, wogegen die Phelloidzellen ganz dünn sind.

Acaena. Entstehungsort wie bei *Potentilla,* auch gleicher Bau; die Verdickung der inneren Tangentialwand fast immer in bescheidenen Grenzen, nur bei *A. elongata* und *ovina* kommt es bis zur Bildung von

---

1 Ähnlich ist nach Moeller a. a. O., p. 50, auch der Bau der Peridermblätter von *Betula alba,* nur daß es sich bei ihr nicht um Phelloid-, sondern Korkzellen handelt; man unterscheidet nämlich an den Korkhäuten der Birke eine äußere Schicht dünnwandiger, wenig zusammengedrückter von einer inneren aus derbwandigen abgeflachten Zellen.

Porenkanälen. Sekundäre radiale Wände treten nirgends kennzeichnend auf, wenig häufig sind sie in Rhizom und Wurzel von *A. sanguisorbae* und *laevigata.* Bei erster erscheinen die Korkzellen durch Ausbauchen rundlich im Querschnittsbild, sonst sind sie mit geraden Wänden versehen.

Bei *A. ovalifolia* teilt die Mutterzelle einer Lamelle sich nicht wie gewöhnlich vor, sondern häufig erst nach Abtrennung der ersten Tochterzelle (Mutterzelle der nächsten Lamelle) durch eine radiale, Wand; holt nun diese Zelle die Teilung nicht selbständig nach, so zeigt die nächstjüngere Lamelle wieder nur eine, statt wie die vorausgehende zwei nebeneinanderliegende Zellreihen. Da außerdem jene radiale Wand meist schief ansetzt, so ist scheinbar die Teilungsweise dieser Art anders als der übrigen Sanguisorbeen, während es sich ja nur um eine geringfügige Abänderung handelt.

Bencomia. Entstehung pericyklisch unmittelbar außerhalb des Leptoms oder durch eine, höchstens zwei Zellen davon getrennt (Bastbündel fehlen). Durch vorbereitende Teilungen wie bei *Hagenia* werden vor der eigentlichen Peridermbildung an manchen Stellen eine oder zwei Zellen nach innen abgeschieden. — Die Zellen tangential gestreckt, dünnwandig oder die Phelloidzellen auf längere oder kürzere Strecken, auch vereinzelt, tangential innen und außen derbwandig, nicht oder ganz schwach verholzt. Hierbei ist nur eine oder es sind beide Zellreihen in solcher Weise umgestaltet.

Die Korkzellen bei *B. caudata* von gleicher Größe, bei *B. Moquiniana* höher als die Phelloidzellen, die Radialwände der Korkzellen bei dieser Art gewellt. — Sekundäre Wände fehlen.

Cliffortia. Entstehung unmittelbar außerhalb der Bastbündel oder ein bis zwei Zellreihen von ihnen entfernt, keine Endodermis, die primäre Rinde meist nur wenige, vier bis sechs Zellreihen stark; sie wird mit dem ersten Peridermblatt abgestoßen. Vorbereitende Teilung wie bei *Hagenia* und *Bencomia.*

Die Zellen alle tangential wenig gestreckt und fast durchgehends dünnwandig; nur bei *C. ruscifolia* und *drepanoides* waren manchmal die Phelloidzellen auf kürzere oder längere Strecken oder vereinzelt an den beiden Tangentialwänden — *C. drepanoides* — oder ringsum verdickt — *C. ruscifolius* — schwach verholzt und abgerundet. Die Interzellularen sind wenig entwickelt, am besten bei *C. filifolia.*

Die Korkzellen sind von zweierlei Art, entweder mit etwas verdickten geraden Wänden, die Radialwände außerdem versteift durch Einbeziehung der Mittellamelle in die Suberinlamelle wie bei sämtlichen staudigen Rosoideen — *C. graminea, obcordata, strobilifera, Schlechteri* —, dabei die Korkzellen gleich hoch wie die Phelloidzellen, oder sie sind höher als diese und schwammkorkähnlich, weitlichtig mit gewellten verdrückten Radialwänden — *C. crenata, juniperina, drepanoides, filifolia.* Bei *C. graminea* sind die Korkzellen tangential innen und an den Seiten, nach außen hin schwächer werdend, durch Wachstum der inneren Zelluloselamelle ziemlich beträchtlich verdickt, die Lamelle von Porenkanälen durchsetzt (Fig. 48).

Bildung von Ringelborke, indem sich zwischen primären und sekundären Bastbündeln ein neues Periderm bildet (Fig. 47), in gleicher Weise ein drittes usw., so daß die Reihenfolge der Gewebe folgende ist: primäre Rinde, 1. Periderm, 1. Bastbündelkreis, primäres Leptom, 2. Periderm, sekundäres Leptom, 2. Bastbündelkreis, sekundäres Leptom, 3. Periderm usw.

Die **Sanguisorbeen** weisen zwar morphologisch und biologisch sehr große Verschiedenheiten auf — sie umfassen neben Kräutern und zahlreichen Stauden auch Sträucher und Bäume, neben Hydrophyten auch Xerophyten — dennoch stimmen sie im Baue des Periderms in den wesentlichen Merkmalen überein; diese sind:

1. innere Entstehung des Periderms, und zwar pericyklische (wenn eine Endodermis vorhanden ist, in der ersten innerhalb ihrer liegenden Zellreihe) in sämtlichen Rhizomen und meist auch in den oberirdischen Stammorganen der Holzgewächse; bei *Cliffortia* zwar nicht pericyklisch, dennoch gleich außerhalb der Bastbündel; in den Wurzeln immer pericambial;

2. die von Weiß[1] angegebene Teilungsweise, Verbindung einer oder mehrerer Phelloidzellen mit einer Korkzelle zu einer Lamelle;

[1] Weiß, a. a. O. p. 22.

3. Verdickung der Suberinlamelle auf Kosten der Mittellamelle in den Radialwänden der Korkzellen; bei einigen Holzgewächsen unterbleibt diese Verdickung, ihre Korkzellen sind ganz dünnwandig, weitlichtig, die Radialwände gewellt nach dem Typus des Schwammkorkes — *Hagenia, Poterium, Tetraglochin, Bencomia Moquiniana, Cliffortia* zum Teil.[1]

4. tangentiale Reihenanordnung;

5. Fehlen des Phelloderms;

6. Ausdauern des Periderms — nur *Polylepis* und *Cliffortia* mit wiederholter Peridermbildung und Ringelborke.

Die Peridermzellen sind ± gestreckt und fast durchgehends dünnwandig, Verdickung der inneren Tangentialwand der Korkzellen ist den staudigen Formen und *Margyricarpus* eigen.

An dieser Stelle will ich nun auf die Bemerkungen H. Bouygues'[2] zu den Ausführungen von J. E. Weiß[3] über die Teilungsweise im Periderm der Poterieen näher eingehen. Wenn nämlich Weiß rasche Aufeinanderfolge der Teilungen bis zur Bildung einer vollständigen Peridermlamelle angibt, Bouygues ihm jedoch entgegenhält, daß nach jeder Teilung die Tochterzellen bis zur Größe ihrer Mutterzelle heranwachsen, so muß ich Weiß beipflichten; denn nach rascher Abwicklung der Teilungen tritt eine längere Ruhezeit ein, während welcher erst die Zellen heranwachsen und die bisherige Phellogenzelle verkorkt. Häufig ist ihr Längen- und Dickenwachstum bei Beginn der Teilungen für die nächste Lamelle noch nicht abgeschlossen, wohl aber Phelloid- und Korkzellen als solche mit voller Sicherheit erkennbar (Bouygues gebraucht den Ausdruck »liège mou« für das Phelloid, »liège dur« für die eigentlichen Korkzellen).

Wie Bouygues weiterhin erklären kann,[4] daß dieses heterogene Periderm durch »Lignification« (im Französischen wohl ein sehr dehnbarer Begriff) des Phelloids in seinen älteren Teilen homogen wird, ist mir gänzlich unverständlich, denn durch Anwendung geeigneter Färbemittel treten Kork und Phelloid immer wieder deutlich hervor, auch Verholzung des letzteren ist selten.

Für *Cliffortia* gibt Bouygues nach seinen Beobachtungen an *C. tridentata*, einer Varietät von *C. ruscifolia*, eine leichte Abänderung der Teilungsweise an,[5] doch habe ich an keiner der untersuchten zehn *Cliffortia*-Arten von einer solchen Wanderung des Phellogens aus einer in die nächstinnere Zellreihe des Pericykels mehrere Male nacheinander etwas bemerken können; außerhalb der Bastbündel wird nur eine einzige Zelle zur Urmutterzelle des aus einer, häufiger mehreren Lamellen bestehenden Periderms (Fig. 47). Dann setzt die Borkebildung ein, wie ich sie früher beschrieben habe und auch Bouygues sie ähnlich schildert. Daß es sich bei Bouygues' Material vielleicht um eine Abnormität handelt, ist immerhin möglich, sicher jedoch gilt die von ihm beobachtete Teilungsweise nicht für die ganze Gattung.

6. Roseae.

Untersuchte Arten:

Rosa persica Michaut (=*Hulthenia* Dum.).
» *spinosissima* L.
» *cinnamomea* L.

[1] Von der Neigung der Cercocarpeen und Dryadinen z. T., den Entstehungsort des Periderms gegen die Oberfläche der Stammorgane zu verschieben, ist trotz des Baumcharakters einiger Sanguisorbeen bei diesen nichts zu bemerken.

[2] Bouygues, a. a. O. p. XCVII.

[3] Weiß, a. a. O. p. 23.

[4] Bouygues a. a. O. p. XCVIII.

[5] Bouygues a. a. O. p. XCIX: »Dans le genre *Cliffortia*.... s'étale un pericycle formé de quatre à cinq assises.... C'est dans l'assise la plus externe que prend naissance l'assise phellogénique.....

Chaque cellule mère se divise d'abord en deux cellules filles. La cellule fille externe se divise en deux éléments........ On a ainsi la cellule mère divisée en trois cellules filles. La moyenne imprègne ses parois de lignine (gemeint ist augenscheinlich Suberin) et tout cloisonnement s'arrête là.

L'assise génératrice va s'établir dans la deuxième assise du pericycle, où elle évolue comme dans le cas précédent. Elle continue peu à peu s'enfoncer davantage, et ce n'est que lorsqu'elle est établie dans la dernière assise que le mode général de cloisonnement apparait.«

Rosa carolina L.
» *pendulina* L.
» *Banksiae* R. Br.
» *pumila* Scop.
» spec.

Bei den angeführten Arten, ausgenommen *R. persica,* entsteht das Periderm der oberirdischen Stammteile, wie auch Moeller,[1] Douliot[2] und Weiß[3] festgestellt haben, epidermal, und zwar im ersten Jahre nur an umschriebenen Stellen, bis es im Laufe des dritten Jahres ringsherum greift und durch Tiefergehen unter den Stacheln diese abschnürt. Bei *R. persica* dagegen wird die subepidermale Zellschichte sehr frühzeitig ganz in der Nähe der Vegetationsspitze und gleich ringsum phellogen, was wohl darauf zurückzuführen ist, daß die Pflanze als Bewohnerin von Wüstengegenden besseren Schutzes gegen Trockenheit bedarf als ihre nächsten Verwandten.

Bei den Arten mit Rhizom wie *R. spinosissima, pumila* und *Rosa* spec. geht das Periderm an der Übergangsstelle aus dem oberirdischen Stamme ins Rhizom in die Tiefe und liegt dann außen den Bastbündeln unmittelbar an oder ist durch nur wenige Zellreihen (von anderem Bau als die übrigen Zellen der primären Rinde, doch nicht durch eine Endodermis von diesen geschieden) vom Baste getrennt. Dabei ist es in der Weise in ununterbrochenem Verbande, daß es, von der Epidermis des oberirdischen Stammteiles ausgehend, durch die primäre Rinde hindurch allmählich auf einer etwa 2 *cm* langen Strecke — *R. spinosissima* und *pumila* — sich den Bastbündeln des Rhizoms nähert, um an deren Außenseite dann entlang zu ziehen; bei *Rosa* spec. wurde die Rinde fast senkrecht zur Oberfläche, mit scharfer Wendung beim Ein- und Austritte aus ihr, vom Periderm durchsetzt.

Im Rhizom entwickelt sich das Periderm nach Douliot regelmäßig schon im ersten Jahre, ebenso aber auch der Anschluß an die Epidermis, wenn diese auch vorderhand mit Ausnahme der umschriebenen Stellen noch korkfrei bleibt.

In der Wurzel wird das Pericambium phellogen.

Während sich nun in den oberirdischen Teilen reiner Schwammkork mit $\pm$ zusammengedrückten Zellen (und wenig Phelloderm) entwickelt, Phelloidzellen vollständig fehlen, zeigt das Periderm von Rhizom und Wurzel den Typus des Potentilleenkorkes und der typischen Rosoideen überhaupt mit einer eigentümlichen Teilungsweise und seinem Wechsel von Kork- und Phelloidzellen, wobei auch hier eine aus einer Phellogenzelle hervorgegangene Lamelle außer der Mutterzelle der nächsten Lamelle aus einer Kork- und einer oder zwei Phelloidzellen besteht.[4] Diese Veränderung im Baue setzt ein, sobald das Periderm die Epidermis verläßt, um in die Tiefe zu gehen, doch werden im Rhizom anfänglich einige Reihen von Kork allein gebildet, während in der Wurzel sofort der Wechsel zwischen Kork und Phelloid beginnt. — Dadurch gewinnt das Periderm von *Rosa* wieder Beziehungen zu dem Typus der Hauptmasse der Rosoideen, von dem es in den oberirdischen Stammteilen so sehr abweicht.

Zu Moeller's Beobachtungen über Borkebildung bei *Rosa*-Arten wäre noch hinzuzufügen, daß *R. persica* sich auch in dieser Beziehung abweichend verhält, indem sie nach sehr reicher oberflächlicher Korkentwicklung diese unmittelbar tief ins Innere der sekundären Rinde, schon in die Nähe des Cambiums verlegt, nur höchstens zehn Zellreihen von ihm getrennt, und zwar schon zu Anfang des dritten Jahres. Wahrscheinlich bleibt es auch später bei Ringelborkenbildung — die anderen *Rosa*-Arten haben Schuppenborke.

---

1 Moeller a. a. O. p. 366.

2 Douliot a. a. O. p. 358.

3 Weiß a. a. O. p. 32.

4 Diese Verschiedenheit erwähnt auch Douliot a. a. O. p. 358, doch ohne nähere Angaben.

Den **Rosoideen** ist kein einziges Peridermmerkmal gemeinsam, da infolge der Einbeziehung der eigentümlichen Triben der Kerrieen und Cercocarpeen sowie der drei Gattungen *Fallugia, Cowania* und *Dryas* in den durch die eigenartige Bildungsweise ihres Periderms so gut charakterisierten Kreis der übrigen Rosoideen deren Einheitlichkeit vollkommen zerstört wird. Denn wenn man schon für das abweichende Periderm (mit Fehlen des Phelloids) der Cercocarpeen und ihrer Verwandten ihre xerophytische Lebensweise verantwortlich machen könnte (*Cliffortia* und andere Sanguisorbeen haben aber trotz ihrer trockenen Standorte typisches Rosoideenperiderm behalten) oder die Baumnatur einiger von ihnen für die oberflächliche Lage des Korkes (aber *Hagenia* und einige *Polylepis*-Arten unter den Sanguisorbeen sind Bäume mit innerem Periderm), so fallen doch diese Einwände für die Kerrieen ganz hinweg. Da nun *Rosa* seine Zugehörigkeit zu den typischen Rosoideen wenigstens durch den Peridermbau seiner unterirdischen Organe[1] beweist, bei *Kerria, Rhodotypus* und *Dryas* aber (unterirdische Organe der andern fraglichen Gattungen konnten nicht beschafft werden, sie dürften sich aber den drei genannten gleich verhalten) auch das Wurzelperiderm dem der oberirdischen Teile gleich gebaut ist, unterirdische Organe, wie Rhizome und Wurzeln, weniger leicht Anpassungen unterliegen als die oberen, also im Besitze phylogenetisch älterer Stadien sein können, so kann man aus den hier waltenden Peridermverhältnissen wohl den Schluß ziehen, daß die typischen Rosoideen (Potentilleen, Sanguisorbeen, Ulmarieen und Roseen) insgesamt von phelloidführenden Spiräoideen (Neillieen oder ihrer Ahnen) abstammen, die Kerrieen und Cercocarpeen samt den drei Dryadinen dagegen von phelloidlosen (Maximowicz[2] bringt *Holodiscus* zu letzteren in Beziehung, die Kerrieen sind alte, gegenwärtig ziemlich isoliert stehende Typen). Übrigens sind auch die Saxifragaceen, die ja zu den Spiräoideen in nahen phyletischen Beziehungen stehen, in solche mit phelloidlosem und phelloidführendem Periderm zerteilt.

IV. Neuradoideae.

Untersuchte Arten:

Neurada procumbens L.
Grielum obtusifolium E. May.
» *humifusum* Thbg.
» *cuneifolium* Schinz.

Von allen vier Arten standen mir nur die untersten Stengelteile, einzig von *Neurada* auch ein älteres Wurzelstück zu Gebote. Es sind am Grunde verholzende Halbsträucher, deren Periderm an den oberirdischen Teilen rudimentär bleibt. Bei *G. obtusifolium* zeigte sich überhaupt keines, bei *G. humifusum* sah es nur einem Wundkorke ähnlich, denn es setzte sich beiderseitig schief an die Epidermis an und zog sich in einem Bogen in die nächsttieferen Zellreihen der primären Rinde hinein; hierbei herrschte zentripetale Teilungsweise, es entstanden wenig über vier tangential etwas gestreckte Zellen, deren Wände dünn blieben und sich verkorkten. Bei *G. cuneifolium* wurde dagegen ein echtes Periderm in der subepidermalen Zellreihe gebildet, das allerdings nicht um den ganzen Querschnitt herum griff; es bestand aus einigen Korkzellen mit dünnen Wänden (Fig. 51, 52).

Im Stengel von *Neurada* entsteht das Periderm zwischen Gefäßbündelkreis und Epidermis, auf gleichem Querschnitte in wechselnder Entfernung von beiden, im Anfang mehr der Epidermis genähert, in einem Abstande von etwa sieben bis drei Zellreihen von ihr, meist in der Zone, wo das collenchymatische Gewebe der primären Rinde in das dünnwandige Parenchym übergeht; vom Gefäßbündelkreis ist es räumlich meist weiter entfernt, der größeren Zellen halber, doch liegen auch hier nur sieben bis zwei bis

[1] Auch bei der Quillajeengattung *Exochorda* war das Wurzelperiderm mit, das der oberirdischen Teile ohne Phelloid.
[2] Maximowicz a. a. O.

Null Zellen dazwischen, wobei häufig nicht bloß eine, sondern zwei, drei radial aufeinander folgende Rindenzellen phellogen werden. — Das Periderm selbst besteht nur aus tangential gestreckten, ganz dünnwandigen, lückenlos aneinanderschließenden Korkzellen. Phelloderm und Phelloid fehlen den Neuradoideen.

In der Wurzel von N. wird anscheinend die äußerste Zellreihe des Pericykels phellogen, im übrigen sind die Verhältnisse gleich. (Fig. 49).

Hier seien ein paar Beobachtungen über den Bau der primären Rinde im Stengel dieser Gruppe und der Wurzel von *Neurada* eingeschaltet, die dazu dienen mögen, die mündlich geäußerte Ansicht von Herrn Prof. Fritsch, daß die Neuradoideen den Malvaceen anscheinend näher ständen als den Rosaceen, etwas zu unterstützen. Es ist nämlich auffällig, daß die primäre Rinde der Stengel sämtlicher Neuradoideen unter der Epidermis mit einer *(Neurada)* bis zu drei und vier *(G. obtusifolium)* dünnwandigen Zellreihen beginnt (Fig. 50) und sich daran unmittelbar ± dickwandiges collenchymatisches Gewebe anschließt, das gegen den Gefäßbündelkreis allmählich ganz dünnwandig wird, wie es Solereder[1] für die Mehrzahl der Malvaceen angibt. Weiters finden sich in der Wurzel von *Neurada* reichlich einzelne Bastzellen und -bündel (in keilförmiger Anordnung) im primären und sekundären Leptom, obwohl nach Van Tieghem[2] »die Entwicklung von primärem Hartbast in der Wurzel anderwärts selten, doch bei den Malvaceen .... häufig ist«. (Bei den Geraniaceen, mit denen die Neuradoideen auch in Beziehung gebracht werden, ist dergleichen nicht zu beobachten.) Ferner spricht Solereder[3] davon, daß »die Bastteile der Gefäßbündel bei den Malvaceen auf dem Zweigquerschnitte einen keilförmig sich nach außen verschmälernden Umriß besitzen«, was ich auch in der Wurzel von *Malva rotundifolia* beobachtete, ganz ähnlich wie in der von *Neurada* (49) 49.

Endlich wäre noch hervorzuheben, daß wohl bei den Malvaceen, auch bei ihren staudigen Arten, subepidermale Entstehung des Periderms durchgängig der Fall ist, unter den Rosaceen jedoch nur bei den ausgesprochenen Holzgewächsen, wie den Quillajeen, Pomoideen zum Teil, Prunoideen und Chrysobalanoideen, während die staudigen Arten unmittelbar außerhalb der Gefäßbündel, also tief im Innern, ihr charakteristisches Periderm aus Kork und Phelloid aufbauen, einem Elemente, daß den Neuradoideen vollständig fehlt.

Nach Herrn Prof. Fritsch weisen auch ihr Habitus sowie die Verhältnisse im Bau von Blüte und Frucht mehr auf die Malvaceen als auf die Rosaceen hin, von denen sie außerdem in ihrer Behaarung gänzlich abweichen.[4]

V. Prunoideae.

Untersuchte Arten:		Anzahl der Phelloderm-zellen	Anzahl der Korkzellen	Alter
Osmaronia (Nuttalia) cerasiformis Greene	Subepidermal	1	4	1. Jahr
		3	x	4. »
Pygeum polystachyum Hook	»	1	10	2. »
» *parviflorum* T. et B.	?	—	—	—
» *acuminatum* Coteb	?	—	—	—
» *arboreum* T. et B.	Subepidermal	1 (2)	11	2. »

[1] Solereder a. a. O. p. 171.

[2] Solereder a. a. O. p. 172.

[3] Solereder a. a. O. p. 166.

[4] Nach Schluß der Handschrift machte mich Herr Prof. Fritsch auf die inzwischen erschienene Abhandlung von H. Hallier »Über *Juliania,* eine Terebinthaceengattung mit Cupula und die wahren Stammeltern der Kätzchenblütler. Neue Beiträge zur Stammesgeschichte nebst einer Übersicht über das natürliche System der Dicotyledonen«, Dresden 1908, aufmerksam, in welcher Arbeit der Verfasser die Neuradoideen wegen der Schleimgänge von *Neurada* (Solereder, System. Anatomie, 1899, p. 342), des Sternhaarfilzes usw. nicht zu den Geraniaceen (p. 14) oder Rosaceen (p. 15), sondern zu den Malvaceen stellt als eine *Malvastrum* nahe in Südafrika aus Malvinen entstandene Untersippe *Neuradinae* (p. 86, 87 der Abhandlung).

Untersuchte Arten:		Anzahl der Phelloderm-zellen	Anzahl der Korkzellen	Alter
Pygeum sumatranum Miq.	Subepidermal	1	8	1. Jahr
» *hookerianum* King.	?	1	8	1. »
» *zeylonicum* Gaertn.	Subepidermal	—	-	—
Maddenia himalaica Hook.				
Prunus.				
I. Prunophora.				
Prunus armeniaca L.	Subepidermal	2	10	2. Jahr
» *italica* Berkh.	»	1	10	1. »
» *spinosa* L.	»	—	—	—
» *sibirica* L.	»	1	*x*	4. »
II. Anygdalus.				
Prunus scoparia Spach.	—	—	—	—
» *spartioides* Spach.	—	—	—	—
» *communis* Arcang.	Subepidermal	2	15	3. Jahr
» *persica* S. et Z.	»	—	—	—
» *triloba* Lindl.	»	0 (1)	6	2. »
III. Emplectocladus.				
Prunus minutiflora Engelm.	?	—	—	—
» *pedunculata* Pall.	?	0	*x*	3. Jahr
IV. Chamaeamygdalus.				
Prunus nana Focke	Subepidermal und epidermal	1	8	1. Jahr
V. Microcerasus.				
Prunus prostrata Labill.	?	—	—	-
» *incana* Decne.	?	—	—	—
VI. Cerasus.				
Prunus avium L.	Subepidermal	3	25—30	3 ahr
» *incisa* Thbg.	?	—	—	—
» *mahaleb* L.	Subepidermal	1	20	1. »
» *fruticosa* Pall.	»	1 (2)	20	1. »
» *intermedia* Host.	»	1	15	1. »
VII. Padus (Laurocerasus).				
Prunus padus L.	Subepidermal	1	8	1. Jahr
		2	25	3. »
» *serotina* Agardh.	»	1	10	1. »
		2, 3	*x*	3. »
» *sphaerocarpa* Sw.	»	1	6	1. »
» *javanica* Miq.	»	1	6	1. »
» *laurocerasus* L.	Subepidermal und epidermal	1	3	2. »
		2 (3)	6	3. »
Prinsepia utilis Royle.	—	—	—	—

Das Periderm entsteht fast immer im ersten Jahre (nur bei *Prunus communis* erst im zweiten Jahre), und zwar überwiegend subepidermal, ausnahmsweise bei *P. nana* und *P. laurocerasus* meist nur auf kurzen Strecken des Querschnittes epidermal; hie und da, am häufigsten bei *Osmaronia*, wird später auch die zweite Rindenzellreihe in längerer oder kürzerer Ausdehnung phellogen.

Weitgehende Übereinstimmung zeigt auch der Bau des Periderms, es setzt sich aus sehr wenig Phelloderm und, besonders bei *Maddenia* und *Prunus*, sehr reichlichem Kork zusammen. Die mitgeteilten Verhältniszahlen geben nicht Mittelwerte an, sondern sind zufällig beobachtet, stimmen aber dennoch gruppenweise annähernd überein; sie zeigen, daß im Anfang jährlich oder auch nur alle zwei Jahre, bei *Prunus sibirica* noch seltener, eine Phellodermzelle entsteht; ferner ergibt sich aus der Tabelle das Anschwellen der Korkbildung in der *S. Cerasus* und der Abfall in der *S. padus,* endlich vollständiges Fehlen des Phelloderms bei *Prinsepia, Prunus scoparia* und *spartioides,* deren primäre Rinde unter der subepidermalen Zellschicht ein chlorophyllreiches Palisadenparenchym aufweist, dessen Zellen bei *Prinsepia* in radialen Reihen ohne seitliche Verbindung angeordnet sind. Tritt bei diesen drei Arten Wundkork auf, dann ist er dem Kork der übrigen Prunoideen gleich gebaut.

Wie es auch Weiß[1] angibt, entsteht zuerst eine Phellodermzelle, dann Korkzellen in verschiedener Anzahl; jene sind wenig verdickt (stark nur bei *Osmaronia*), die Korkzellen fast durchgehends dünnwandig, doch bei *Osmaronia* ist die innere Zelluloselamelle fast sämtlicher jüngerer Zellen verdickt und verholzt, und zwar tangential innen, wenig oder nicht außen (Fig. 53) bis zu fast völligem Schwund des Lumens; damit ist die Bildung von Porenkanälen in der betreffenden Lamelle verbunden. Ebenfalls die Zelluloselamelle ist verdickt (doch nicht verholzt) in der äußersten, selten vereinzelt da und dort in weiter innen gelegenen Korkzellreihen bei *Prunus javanica* (die Cuticula der Epidermis hier im Gegensatz zu den anderen *Prunus*-Arten sehr dünn, etwas dicker bei *Osmaronia*).

Die Phellodermzellen sind verhältnismäßig hoch, die Korkzellen werden von *Osmaronia* abwärts bis *Maddenia* (und *Prunus*) und mit ihrem zunehmenden Alter scheinbar immer niedriger, da sie durch das starke sekundäre Dickenwachstum einer immer größeren tangentialen Spannung ausgesetzt sind und diesem bei ihrer Dünnwandigkeit durch Verbiegen und Wellen ihrer Radialwände folgen. Wo der Druck etwa durch eine Verletzung beim Herstellen des Schnittes aufgehoben ist, gewinnen die Lumina ihre eigentliche Größe wieder und so ergibt sich das Bild eines Schwammkorkes, am schönsten bei *Prunus.* Bei *Pygeum* (Fig. 54) zeigen die Korkzellen noch annähernd ihre ursprüngliche Gestalt, am besten bei *P. polystaychum,* davon abwärts (nach der Reihenfolge der Arten auf der Tabelle) nach *Maddenia* hin immer weniger. Bei *Maddenia* selbst erreicht die Zusammendrückbarkeit ihre Grenze, das Lumen ist fast strichförmig geworden und mit Luft erfüllt, die Zellen sehr stark tangential gedehnt (Fig. 55).

Bei den meisten Angehörigen der ersten sechs Gruppen von *Prunus* und bei *P. laurocerasus* sind die Zellen fast so stark zusammengedrückt wie bei *Maddenia*, ein etwas größeres Lumen bewahren *P. sibirica, sphaerocarpa, fruticosa* und *javanica.* Die Zellen von *P. padus* und *serotina*[2] sind von Anfang an ziemlich niedrig und tafelförmig, eine Wellung der Radialwände unterbleibt bei ihnen (Fig. 40, Sanio a. a. O.).

Die Korkzellen sind entweder mit braunem homogenem Inhalt erfüllt wie bei *P. padus* oder leer, namentlich bei den Arten mit sehr starker tangentialer Dehnung.

Wiederholte Peridermbildung trat bei *Prunus fruticosa* in der Weise auf, daß unmittelbar innerhalb der Bastbelege des Leptoms und im Anschluß an eine sie rings umgebende Korkhülle ein neues Periderm entstand, das etwas lockerer, sonst aber gleich dem ersteren gebaut war. Ähnlich ließ sich bei *Prunus incana* zwischen und innerhalb der Bastbelege ein zweites Periderm von gleicher Ausbildung beobachten. In diesen beiden Fällen dürfte es sich jedoch um eine Abnormität handeln, zumal es noch junge, zwei-, dreijährige Zweige waren.

---

1 Weiß, a. a. O., p. 62.

2 Diese Art bildet eigentümlicherweise nicht einzellige, sondern einzellreihige Haare an den jungen Zweigen aus.

Die regelmäßige Borkebildung behandelt Moeller.[1]

Die untersuchten Wurzeln von *Prunus italica* und *triloba* haben pericambiales Periderm, sonst gleiches Verhalten wie die Zweige.

Das Periderm der Prunoideen hat also gemein:

1. Ausbildung von reichlichem Schwammkork (nicht in tangentialen Reihen);
2. wenig Phelloderm;
3. zentripetale Teilungsweise für den Kork, zentrifugale für das Phelloderm;
4. subepidermale Entstehung.

VI. Chrysobalanoideae.[2]

Untersuchte Arten:

Chrysobalanus cuspidatus Griesebach.[3]
» *ellipticus* Soland.
» *icaco* L.
» *oblongifolius* Michx.
Licania biglandulosa Griseb.[3]
» *floribunda* Bth.
» *Gardneri* Hook.
» *heteromorpha* Bth.[3]
» *orinocensis* Rusby.[3]
» *tomentosa* Fritsch.[3]
Grangeria borbonica Lam.[3]
» *madagascarensis* O. Hoffmgg.
Hirtella americana L.[3]
» *paniculata* Sw.[4]
» *rugosa* Pers.[5]
» *tentaculata* Poepp.[4]
» *triandra* Sw.[6]
Couepia paraënsis Bth.[3]
» *racemosa* Spr.[5]
Acioa bellayana Baill.[3]
» *Dinklagei* Engl.
» *icondere* Baill.[3]
» *pallescens* Baill.
Parinarium campestre[5] Aubl.
» *capense* Harv. (Transvaal, Stadt Lydenburg. Aus dem Herbar d. Bot. Inst. d. Univ. Wien).
» *gabunense* Engl.
» *Kunstleri* King.[3]
» *nonda* F. v. Müller.[5]

---

1 Moeller a. a. O., p. 329.

2 Wegen ihrer vielen Eigentümlichkeiten sollten sie nach Herrn Prof. Fritsch (Sitzungsberichte aus den Verhandlungen der Zoologisch-bot. Gesellschaft, XXXVIII, p. 93) besser aus der Familie der Rosaceen ausgeschieden werden, doch habe ich sie, weil sie in Engler's Natürlichen Pflanzenfamilien in sie einbezogen sind, mit untersucht.

3 Verdickte Korkzellen in bestimmten Tangentialreihen.

4 Verdickte Korkzellen sehr reichlich, in sämtlichen Reihen; bei *H. tentaculata* in manchen Reihen noch stärkere Verdickung.

5 Verdickte Korkzellen hie und da in einer bestimmten Zellreihe oder zerstreut.

6 Verdickte Korkzellen nur in den Lenticellen. — Den Unbezeichneten fehlt jede Verdickung.

Parinarium senegalense[1] Perr.
Parastemon urophyllus DC.
Stylobasium lineare Nees.

Die Chrysobalanoideen bilden das Periderm ihrer Zweige in der ersten Vegetationsperiode (wenn auch manchmal erst gegen deren Ende) regelmäßig in der subepidermalen Zellreihe aus;[2] bei *Acioa bellayana* wird auch die Epidermis auf kürzere oder längere Erstreckung hin phellogen, ausgesprochen abweichend verhält sich *Parinarium capense* mit seinem inneren Periderm, auf das ich noch einmal zurückkomme. *Stylobasium* ermangelt des Periderms vollständig, seine primäre Rinde dient als Assimilationsorgan.

Das Periderm besteht nur aus Phelloderm und reichlicherem Kork, das Verhältnis der Zellenzahl ist ungefähr 1:6. Die Korkbildung wird anscheinend in jeder Vegetationsperiode durch Abscheidung einer Phellodermzelle eingeleitet, der meist in der gleichen Periode keine zweite folgt; manchmal entwickelt sich das Phelloderm noch schwächer.

Kennzeichnend für sämtliche korkbildende Gattungen ist, wie schon Küster[3] angibt, die Verdickung und Verholzung der inneren Hälfte der Phellodermzellen mit ihrer Tüpfelbildung. Gleiche, oft ebenfalls halbmondförmige Verdickung zeigt sich auch in den benachbarten Parenchymzellen der primären Rinde. Häufig sind diese Verdickungen in Rinde und Phelloderm auf ± eng begrenzte Stellen des Querschnittes beschränkt oder treten erst an mehrjährigen Zweigen auf; im Phelloderm sind sie entweder auf die älteste, dem Rindenparenchym unmittelbar angrenzende Zellreihe beschränkt — *Couepia racemosa* — oder es sind alle Reihen mit ihnen versehen — *Licania heteromorpha, Hirtella tentaculata, Couepia paraënsis,* sämtliche *Parinarium*-Arten und *Parastemon.*

Die Korkzellen sind ± weitlumig von Schwammkorktypus mit durch ± große tangentiale Spannung geschlängelten radialen Wänden und tangential gestreckt, wenn auch nie so sehr zusammengepreßt wie bei den Prunoideen und nicht, wie Küster angibt, stets zartwandig, sondern häufig durch Wachstum der inneren Zelluloselamelle verdickt (*Chrysobalanus cuspidatus* u. a.) oder gleichzeitig verholzt (*Parinarium senegalense* u. a.). Diese Verdickungen finden sich bei Arten jeder Gattung, meist sind sie auf die nach innen gewandte Hälfte der Zellen beschränkt wie im Phelloderm und hufeisenförmig — *Chr. cuspidatus* u. a. — oder sie treten an beiden Tangentialwänden auf — *Hirtella paniculata, Licania tomentosa, biglandulosa* — oder endlich ringsum — *Parastemon urophyllus, Parinarium senegalense* —, in welchem Falle öfter sekundäre radiale unverkorkt bleibende Wände in den Zellen auftreten; immer sind die Verdickungen an der inneren Tangentialwand am schärfsten ausgeprägt und reichlich von Porenkanälen durchzogen.

Die Anordnung der verdickten Zellen ist hierbei derart, daß sie eine oder zwei Tangentialreihen bilden, denen dann etwa fünf und mehr Reihen von typischem Schwammkork folgen — *Acioa bellayana* (Fig. 56) und die in der Tabelle mit [3] Bezeichneten; diesen Streifen verdickter Zellen scheint in manchen Fällen — *Acioa Dinklagei* — eine Zellreihe aus unverdickten, radial jedoch nicht zusammengedrückten Elementen zu entsprechen, unter welche sich hie und da, namentlich in der Nähe der Lenticellen und in diesen selbst verdickte Zellen von gleicher Beschaffenheit wie die erwähnten mischen (in der Tabelle unter [5] aufgezählt). Nebenbei sei übrigens darauf hingewiesen, daß sich bei Arten ohne verdickte Korkzellen im Periderm solche doch reichlich in den Lenticellen finden können (in der Tabelle unter [6]), in welchen sie überhaupt in einer größeren Anzahl von Reihen (in einem Streifen) auftreten als im Periderm; die Anzahl der Streifen kann hierbei der im Periderm entsprechen oder größer sein.

---

[1] Verdickte Korkzellen in bestimmten Tangentialreihen.

[2] Nach Küster a. a. O. auch *Lecostemon*; über *Angelesia* Korth. und *Diemenia* Korth. fehlen Angaben und selbst konnte ich diese drei Gattungen nicht untersuchen.

[3] Küster a. a. O. p. 135.

Bei den unter [4] angeführten Arten sind die verdickten Zellen nicht auf bestimmte Reihen beschränkt, sondern treten reichlich in allen Reihen auf, nur können sie in gewissen Reihen stärkere Verdickung aufweisen — *Hirtella tentaculata*.

Je nachdem diese Verdickungen unverholzt sind und einen Teil der Radialwände freilassen oder verholzen und ringsum greifen, scheint diesen Streifen die Funktion des passiven oder aktiven Trennungsphelloids zugewiesen zu sein, zumal die Korklamelle dieser Zellen oft viel schwächer ist als die der gewöhnlichen unverdickten Korkzellen.

Die verschiedenen Typen der Verdickung und der Verteilung der verdickten Korkzellen finden sich im allgemeinen nicht auf bestimmte Gattungen verteilt, sondern können in einer einzigen Gattung vereinigt sein (eine eingehendere Untersuchung der 200 Arten umfassenden *Chrysobalanoideae* würde wahrscheinlich lehren, daß dies bei allen Gattungen der Fall ist). So hat zum Beispiel *Parinarium* in den Arten *campestre* und *nonda* sehr reichliches Periderm, selten verdickte Zellen darunter, diese fehlen bei *P. gabunense* und *capense* anscheinend ganz, bei *P. Kunstleri* ist nur je eine Zellreihe verdickt, bei *P. senegalense* kommen deren fünf auf drei unverdickt bleibende.

Über das innere Periderm von *P. capense* ist zum Schlusse zu bemerken, daß es unmittelbar außerhalb einer primären Rinde von Chrysobalaneentypus (mit seinem gemischten Ringe mechanischer Elemente — Bast- und Sklerenchymzellen — und seinen oft halbmondförmig verdickten Parenchymzellen) entsteht und daß sich nach außen ein zwölf und mehr Zellreihen umfassendes Gewebe zartwandiger, inhaltsarmer rundlich polygonaler Zellen mit meist kleinen Interzellularen anschließt (Fig. 57, 58), das den übrigen *Chrysobalanoideae* anscheinend fehlt, da Küster, der 83 Arten untersucht hat, eines solchen nicht erwähnt. Es ist von einer ebenfalls sehr dünnwandigen, reich mit etwa 2 *mm* langen einzelligen zarten Haaren besetzten Epidermis bedeckt, in der jedoch Spaltöffnungen zu fehlen scheinen. Bei Färbung mit Sudanglyzerin zeigen sich nicht nur Periderm und Epidermis, sondern auch die letzterer anschließenden ersten zwei Zellreihen (oder nur die erste) des besprochenen Gewebes in einem einjährigen Zweige rotbraun gefärbt, während sonst bei spezifischen Korkfärbungen nur die Cuticula mitgefärbt wird. In der ersten Zellreihe treten an manchen Stellen (Fig. 57) auch eine, zwei Tangentialteilungen auf und die so entstehenden Zellen zeigen gleichfalls Korkreaktion. Welchem Zwecke dieses Gewebe etwa dienen mag, ließe sich nur an besserem Material und durch weitere Untersuchungen feststellen.

Gemeinsame Merkmale des Periderms der Chrysobalanoideen:

1. subepidermale Entstehung (einzige Ausnahme *Parinarium capense*);
2. Schwammkork mit oder ohne Zwischenstreifen von verdickten Zellen;
3. Phelloderm mit halbmondförmigen Verdickungen;
4. tangentiale Reihenanordnung.

Zusammenfassung.

Das Periderm entsteht bei den Rosaceen fast ausnahmslos schon im ersten Jahre. Es kann alle drei überhaupt möglichen Dauerelemente — Kork, Phelloid und Phelloderm — enthalten, doch schließt bei ihnen das Auftreten von Phelloid das von Phelloderm allermeist aus, regelmäßig treten beide Elemente nur in den Zweigen von *Physocarpus* und bei *Rubus reflexus* vereint auf.

Früheres oder späteres Entwickeln des Phelloderms im Vergleiche zum Kork bildet noch weniger als sein Vorkommen oder Fehlen ein gutes Kennzeichen.

Der Entstehungsort des Periderms in ober- und unterirdischen Stammteilen liegt oberflächlich, und zwar:

1. epidermal bei den meisten Pomoideen und in den oberirdischen Teilen von *Rosa*;

2. subepidermal bei Quillajeen, wenigen Pomoideen, *Rhodotypus,* Arten von *Cercocarpus,* bei *Purshia,* den Prunoideen und Chrysobalanoideen;

innen, und zwar:

3. rindenständig bei *Sibiraea, Cercocarpus*-Arten, *Cowania, Dryas* und *Chamaebatia;*

4. in der innersten Rindenzellschicht bei *Gillenia* und *Rubus*;

5. im Pericykel:

a) unmittelbar innerhalb der Endodermis bei *Spiraea, Petrophytum, Eriogynia, Aruncus, Sorbaria, Chamaebatiaria* (also den meisten Spiräen), ferner *Holodiscus, Kerria, Neviusia,* den Potentillinen, Dryadinen (ohne *Cowania* und *Dryas), Adenostoma* und *Coleogyne,* den Ulmarieen und Sanguisorbeen, endlich im Rhizom von *Rosa;*

b) innerhalb der Bastbündel bei den Neillieen, *Homoiospiraea,* den strauchigen *Potentilla*-Arten und *Potaninia,* ferner *Margyricarpus.*

Oberflächliche Korkbildung haben also die Quillajeen, Pomoideen, Roseen, Prunoideen und Chrysobalanoideen, innere die übrigen Triben, womit Solereder's eingangs erwähnte Vermutung im allgemeinen bestätigt erscheint. Die Cercocarpeen mit ihren nächsten Verwandten sind anscheinend im Begriffe, zu oberflächlicher Peridermbildung überzugehen, was wahrscheinlich mit ihrer Neigung, Baumcharakter anzunehmen, im Zusammenhange steht.

Phelloidführendes Periderm besitzen die Neillieen, die Wurzel von *Exochorda,* die Potentilleen, die Dryadinen (ohne *Fallugia, Cowania* und *Dryas*), die Ulmarieen, Sanguisorbeen und die unterirdischen Teile von *Rosa.* Von diesen fügen sich die Rosoideen dem von Weiß gefundenen Teilungsschema ein, während die Neillieen und die *Exochorda*-Wurzel der sonst allgemein geltenden Entstehungsweise des Periderms aus einer einzigen Phellogenzelle treu bleiben.

An bemerkenswertem Neuen ergab sich also nur die in ober- und unterirdischen Teilen verschiedene Ausbildungsweise des Periderms bei *Exochorda* und *Rosa.* Ich möchte an dieser Stelle dazu anregen, bei anatomisch-systematischen Untersuchungen von Familien mit und ohne phelloidführende Gattungen, zum Beispiel Saxifragaceen, womöglich auch dem Periderm der unterirdischen Teile Beachtung zu schenken, obwohl es, was den Bau der einzelnen Zellelemente betrifft, viel gleichförmiger ist als das der oberirdischen Teile (*Spiraea,* Fig. 4, 5).

Ringelborke tritt auf bei *Physocarpus* (nach Moeller), bei den strauchigen *Potentilla*-Arten, bei *Potaninia, Fallugia, Cowania, Dryas, Adenostoma, Coleogyne, Cliffortia, Rosa persica,* also lauter Holzgewächsen mit innerem Periderm und, mit Ausnahme von *Physocarpus*, xerophytischer Lebensweise.

Die Korkzellen sind derbwandig an der Außenseite, radial nach innen schwächer verdickt bei *Spiraea, Sibiraea, Petrophytum,* den meisten Quillajeen, bei den Pomoideen und *Neviusia;* allseitig annähernd gleichmäßig bei *Sorbaria, Chamaebatiaria, Holodiscus, Rubus-* und *Cercocarpus*-Arten, *Kerria, Osmaronia.*

Dünnwandigen Kork bis typischen Schwammkork mit gewellten Wänden bilden *Eriogynia, Aruncus, Gillenia* und wenige Quillajeen, dann *Rhodotypus, Fallugia, Cowania, Dryas,* die Cercocarpeen, die oberirdischen Teile von *Rosa,* die Prunoideen und Chrysobalanoideen.

Bei diesen letzten, mit Ausnahme von *Eriogynia,* dann bei *Physocarpus, Holodiscus* und wenigen *Rubus*-Arten ist die tangentiale Reihenanordnung der Peridermelemente aufgehoben, bei allen übrigen jedoch schön durchgeführt.

Sklerotisch durch Verdickung der inneren Zelluloselamelle werden die Korkzellen von *Malus, Mespilus* und *Crataegus* unter den Pomoideen, *Potentilla*-Arten, *Horkelia, Ivesia, Sibbaldia, Potaninia, Chamaerhodos, Waldsteinia, Coluria, Geum, Filipendula,* ferner Arten von *Alchemilla, Agrimonia* und *Sanguisorba,* also Gattungen der typischen Rosoideen; endlich die Chrysobalanoideen, bei denen die Verdickung jedoch nicht, wie bei den anderen (ausgenommen *Ivesia* und *Potaninia*) besonders auf die innere Tangentialwand beschränkt und polsterförmig ist, sondern auf die Radialseiten übergreift und hufeisenförmig wird. Andeutungen solchen Verhaltens zeigen schon die Prunoideen.

Tangentiale Streckung der Zellen ist für die phelloidführenden Periderme kennzeichnend (Ausnahme *Physocarpus* in den oberirdischen Teilen), annähernd isodiametrisch auf dem Querschnitte sind die Peridermelemente der meisten übrigen Rosaceen. Radiale Streckung tritt außer bei *Ivesia santolinoides* und *Fallugia* nicht auf.

Stark zusammengedrückt sind die Schwammkorkzellen der Prunoideen, weniger der Chrysobalanoideen.

Sekundäre radiale Wände sind typisch für die Korkzellen von *Duchesnea* und weniger *Potentilla*-Arten (aus der Sekt. *Fragariastrum* und *P. supina,* der früheren Gattung *Chamaephyton*).

Über das Phelloderm ist wenig zu sagen; reichlicher tritt es, soweit sich dies nach Herbarmaterial entscheiden läßt, nur bei *Aruncus, Sorbaria,* sehr reichlich bei *Chamaebatiaria* auf, regelmäßig wohl auch bei *Rubus reflexus.* Es ist dünnwandig oder ringsum gleichmäßig verdickt, mit Interzellularen. Nur bei den Chrysobalanoideen sind die Phellodermzellen einseitig verdickt und dann auch verholzt, während sie sonst bei den Rosaceen unverholzt bleiben.

Vollständig fehlt das Periderm bei einigen (oder sämtlichen?) *Prunus*-Arten aus der Sekt. *Spartioides,* bei *Prinsepia* und *Stylobasium* (selbstverständlich auch bei den krautigen Rosaceen).

Zusammenfassend sei nun noch bemerkt, daß die **Spiräoideen** die wichtigsten Merkmale im Peridermbaue der verschiedenen Unterfamilien, auf ihre einzelnen Gattungen verteilt, in sich vereinigen und sich auch dadurch, von andern Gründen abgesehen,[1] als Ausgangspunkt der übrigen Rosaceen zeigen. So haben sie, neben vorwiegend innerer — meist pericyklischer, doch auch endodermaler und rindenständiger — Peridermbildung auch äußere, und zwar subepidermale (bei sämtlichen Quillajeen); nur epidermale fehlt ihnen; dagegen sind die anderen Unterfamilien, von verschwindenden Ausnahmen abgesehen, auf rein innere, allermeist pericyklische (die typischen Rosoideen) oder rein äußere Peridermbildung beschränkt (die Pomoideen, Prunoideen und Chrysobalanoideen). Ferner finden sich bei den Spiräoideen alle Peridermelemente, die überhaupt vorkommen können — Kork, Phelloid, Phelloderm — auf ihre verschiedenen Gattungen verteilt, in einem Falle (*Physocarpus*) sogar in einer einzigen Gattung vereinigt (allerdings nur in den Zweigen); die andern

[1] Maximowicz, a. a. O.

Unterfamilien begnügen sich mit je zwei Elementen: die typischen Rosoideen mit Kork und Phelloid, die andern Rosoideen sowie die Pomoideen, Prunoideen und Chrysobalanoideen mit Kork und Phelloderm. Doch die Teilungsweise der typischen Rosoideen[1] bleibt den Spiräoideen fremd, sie haben die gewöhnliche zentripetale für das Phellem, die zentrifugale für das Phelloderm. Den derbwandigen Kork der Pomoideen haben auch die Quillajeen und andere Spiräoideen, sklerosierten wie einige Pomoideen, *Osmaronia* und Chrysobalanoideen besitzt *Spiraea parvifolia*; Schwammkork gleich dem der Cercocarpeen, Prunoideen und Chrysobalanoideen trifft man bei *Physocarpus* und anderen Spiräoideen, bei welchen infolgedessen auch die tangentiale Reihenanordnung, die sonst herrscht, nicht durchgeführt ist.

Darnach läßt sich für die Spiräoideen außer der gleichen Teilungsweise kein einziges durchgreifendes Kennzeichen aufstellen, wohl aber für die übrigen Unterfamilien, und zwar ist gemeinsam:

den **Pomoideen** äußere (epidermale oder subepidermale) Peridermbildung, derbwandiger (nur bei wenigen Arten auch sklerosierter) Plattenkork von langsamer Entwicklung, wenig Phelloderm, kein Phelloid;

den typischen **Rosoideen** (die Kerrieen und Cercocarpeen also ausgenommen) innere Entstehung und die eigenartige Teilungsweise, Bildung von Kork und Phelloid bei fehlendem Phelloderm;

den **Prunoideen** äußere (subepidermale) Bildung von reichlichem, meist stark zusammengedrücktem Schwammkork mit wenig Phelloderm, kein Phelloid;

den **Chrysobalanoideen** ebenfalls subepidermale Entstehung von reichlichem, doch mehr lockerem Schwammkork mit Zwischenstreifen von sklerosierten Zellen, Phelloderm etwas reichlicher, innenseitig verdickt, kein Phelloid;

den (staudigen) Neuradoideen äußere Peridermbildung und lockerer Schwammkork in schwacher Ausbildung, kein Phelloid. Doch erlaubt das Fehlen des Phelloids und dieses äußere Periderm bei doch staudigen Formen (neben dem Bau der primären Rinde und der Wurzel) nicht die Zurechnung der Neuradoideen zu den Rosaceen, die in ihren Staudenformen immer Phelloid und ausnahmslos (bei den strauchigen vorwiegend) inneres Periderm ausbilden, während es äußerlich nur bei meist baumartigen Holzgewächsen entsteht; bei den Malvaceen, denen die Neuradoideen (wie es im speziellen Teile näher ausgeführt ist) auch in andern Punkten ähnlich sind, herrscht dagegen auch bei den staudigen Arten ausschließlich äußere Peridermbildung. Vielleicht ließen sie sich am besten diesen als eigene Familie angliedern.

Unter den Kerrieen stehen sich wohl *Kerria* und *Neviusia* durch pericyklische Entstehung und Plattenkorkbildung (bei tangentialer Reihenanordnung) nahe, doch *Rhodotypus* dürfte wegen seines subepidermalen Periderms von schwammkorkähnlicher Ausbildung und ohne tangentiale Anordnung der Korkzellen besser auszuscheiden[2] und den Prunoideen näher zu stellen sein.

Die Cercocarpeen und die ihnen verwandten Dryadinen *Fallugia, Cowania, Dryas* haben inneres, seltener rein äußeres (Arten von *Cercocarpus*) Periderm, überwiegend Schwammkork und wie die Kerrieen kein Phelloid. Deswegen und ihrer sonstigen Eigenheiten halber sollte den Cercocarpeen und den drei Dryadinen eine etwas selbständigere Stellung im Systeme zugewiesen werden, mindestens die Cercocarpeen (mit den drei Dryadinen) aus der Mitte der typischen Rosoideen heraus, deren Zusammenhang sie unterbrechen, etwa neben die Kerrieen an den Anfang der Rosoideen gestellt werden.

Die Stellung von *Rosa* im System, infolge der abweichenden Fruchtbildung nicht ganz gesichert hat sich dagegen befestigt durch die Übereinstimmung der Peridermbildung ihrer unterirdischen Organe mit der der typischen Rosoideen.

Die auffallende Tatsache, daß das phelloidführende Periderm der Neillieen (das auch bei deren drei Gattungen übereinstimmender in den unter- als oberirdischen Teilen gebaut ist) in der Wurzel von

---

[1] Weiß, a. a. O. p. 22.

[2] Siehe im besonderen Teile und bei Protits, a. a. O.

Exochorda wiederkehrt (nicht jedoch in deren oberirdischen Stammteilen), führt in Verbindung mit dem geographischen Vorkommen der in Betracht kommenden Gattungen [1] zur Vermutung, daß die Quillajeen zu den Neillieen in näheren (wenn auch nicht gerade unmittelbaren) Beziehungen stehen als zu den übrigen Spiräoideen, wie denn auch *Rosa* ihre Zugehörigkeit zu den typischen Rosoideen nicht durch den Peridermbau ihrer oberirdischen, wohl aber ihrer unterirdischen Organe dartut; mit den Neillieen und Quillajeen wären ferner auch die Rosoideen von phelloidführenden Saxifragaceen abzuleiten, die Kerrieen und Cercocarpeen (mit *Fallugia, Cowania, Dryas*) nebst *Holodiscus* und den anderen phelloidfreien Spiräoideen ebenso mittelbar oder unmittelbar von solchen Saxifragaceen, denen Phelloid fehlt (der Schwammkork der Cercocarpeen und Verwandten ließe sich übrigens durch Vermittlung von *Cercocarpus*-Arten mit etwas derbwandigen Korkzellen von dem Plattenkork bei *Holodiscus* ableiten, auf dessen Beziehungen zu dieser ganzen eigenartigen Gruppe Maximowicz [2] aufmerksam gemacht hat). Der Plattenkork von *Kerria* und *Neviusia* und seine Entstehung innerhalb einer Endodermis findet mehrfache Analogien (und Homologien zum Teil?) bei *Holodiscus* und anderen Spiräoideen (zum Beispiel *Spiraea* selbst).

Mit den Quillajeen sind endlich die Pomoideen verbunden durch äußere Peridermbildung und die Derbwandigkeit der Korkzellen, mit schwammkorkbildenden Quillajeen auch die Prunoideen, diese endlich durch beginnende Sklerosierung der Korkzellen mit den Chrysobalanoideen, womit der ganze Verwandtschaftskreis abgeschlossen erscheint.

Es hat sich also schon aus der Untersuchung des Periderms allein die Richtigkeit des von Focke [3] vertretenen Systems der Rosaceen im großen und ganzen ergeben und da und dort ließ sich sogar eine Unklarheit beseitigen (zum Beispiel *Rosa*), wenn auch freilich nicht alle strittigen Fragen auf diesem einseitigen Wege gelöst werden konnten, zum Beispiel die nach der einwandfreiesten Stellung der Cercocarpeen im System. Doch möge diese Arbeit dazu ermuntern, bei anatomisch-systematischen Untersuchungen, besonders von nur zum Teil phelloidführenden Familien, nach Möglichkeit auch das Periderm der unterirdischen Organe sorgfältig zu prüfen, um auch auf diese Weise manchen dunklen Punkt aufzuhellen und der Natur auf ihren verschlungenen Pfaden zu folgen.

Nun erübrigt mir nur noch die angenehme Pflicht, Herrn Prof. K. Fritsch, in dessen Laboratorium diese Arbeit gemacht wurde, für die Anregung dazu sowie für die mannigfache Unterstützung und Förderung, die er mir während ihrer Ausführung gewährte, meinen aufrichtigen Dank auszudrücken.

---

1 Siehe im speziellen Teile unter den abschließenden Bemerkungen über die Spiräoideen.

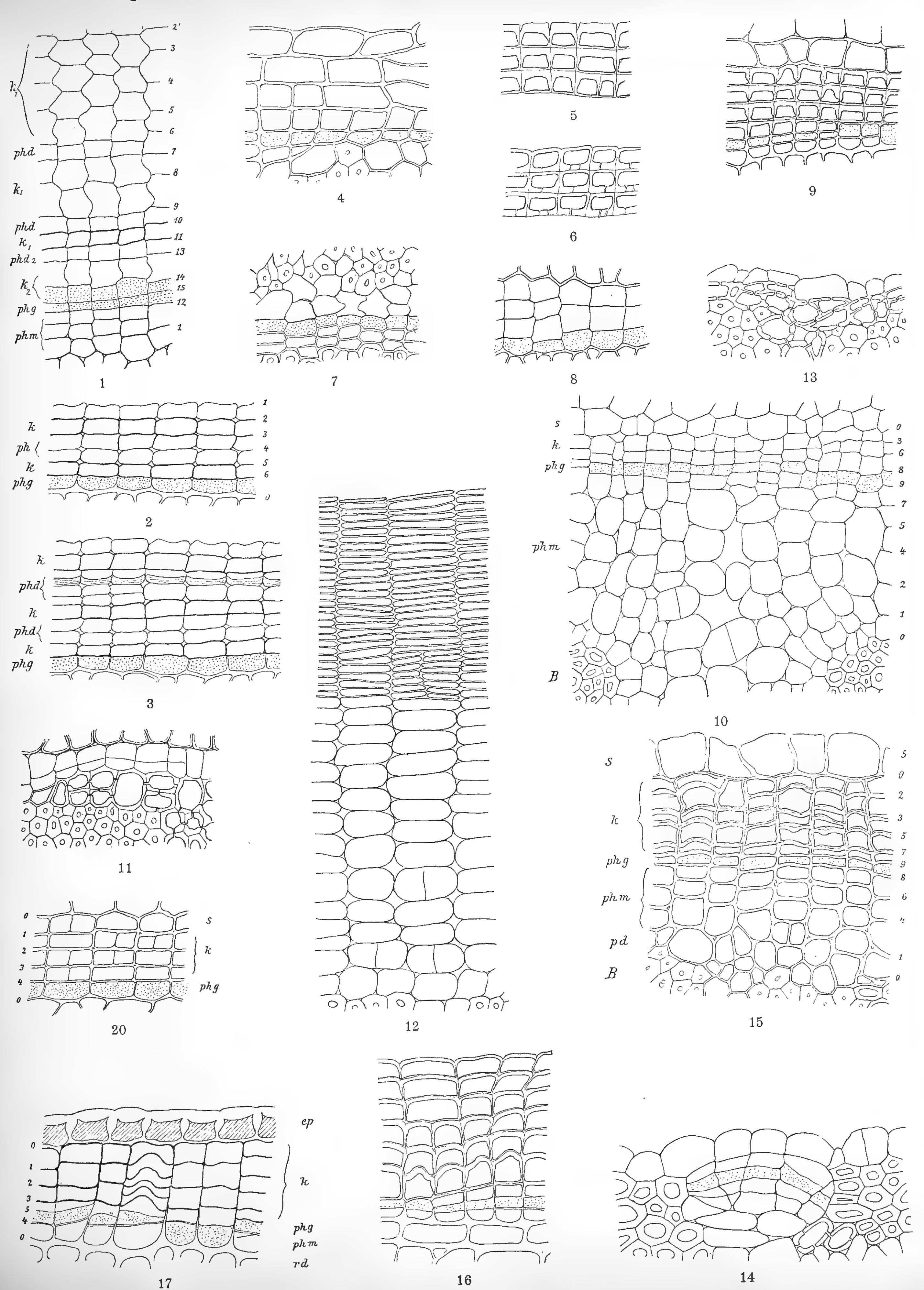
2 Maximowicz, a. a. O., p. 253.

3 Focke, III.

Tafel I.

Tafel I.

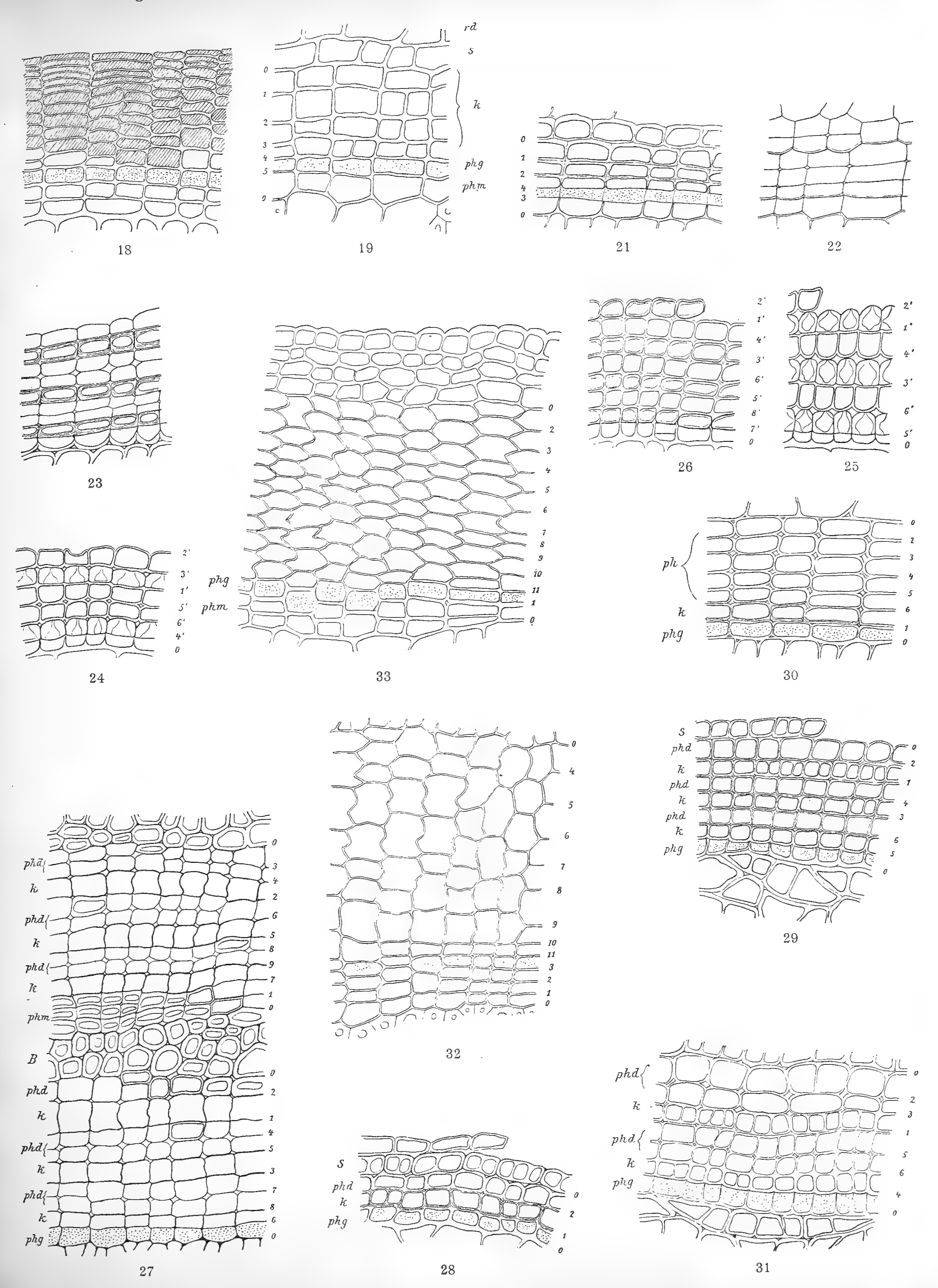
Fig. 1. Periderm eines Zweiges von *Physocarpus opulifolius*.
» 2. » » » » *Stephanandra tanakae*.
» 3. » einer Wurzel » » »
» 4. » » » » *Spiraea salicifolia*.
» 5. Korkzellen aus dem Periderm eines Zweiges von *Sibiraea laevigata*.
» 6. » » » » » » » *Spiraea parvifolia*.
» 7. Periderm eines Zweiges von *Spiraea parvifolia*.
» 8. Dasselbe von *Eriogynia pectinata*.
» 9. Periderm eines Zweiges von *Petrophytum caeepitosum*.
» 10. Sklerenchymzellen des Rhizoms von *Aruncus silvestris* in Teilung.
» 11. Periderm des Rhizoms von *Aruncus silvestris*.
» 12. Periderm eines Zweiges von *Chamaebatiaria millefolium*.
» 13. *Gillenia trifoliata*, Periderm des beblätterten Stengels.
» 14. » » » eines Zweiges.
» 15. Periderm des Stammes von *Holodiscus australis*.
» 16. » » » » *Lindleya mespiloides*.
» 17. Periderm eines Zweiges von *Rhodotypus kerrioides* (einjährig).
» 18. » » » » » » (zweijährig).
» 19. » » » » *Kerria japonica*.
» 20. » einer Wurzel » » »


k₁
phd
k₁
phd
k₁
phd 2
k₂
phg
phm
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
20
k
ph
phg
phd
s
pd
B
ep
rd

Tafel II.

Tafel II.

Fig. 21. Periderm eines Zweiges von *Neviusia alabamensis* (einjährig).
» 22. » » Rhizoms » *Potentilla sterilis.*
» 23. » » » » » *caulescens.*
» 24. » des Rhizoms von *Ivesia tridentata.*
» 25. Ebenso von *Ivesia santolinoides.*
» 26. » » » *unguiculata.*
» 27. Periderm eines Zweiges von *Potaninia mongolica.*
» 28. » der Wurzel von *Coluria potentilloides* R. Br.
» 29. » » » » *Geum conccineum* Sibt. et Sm.
» 30. » » » » » *rivale.*
» 31. » des Rhizoms.
» 32. » » Stammes von *Fallugia paradoxa.*
» 33. » » » » *Cowania plicata.*

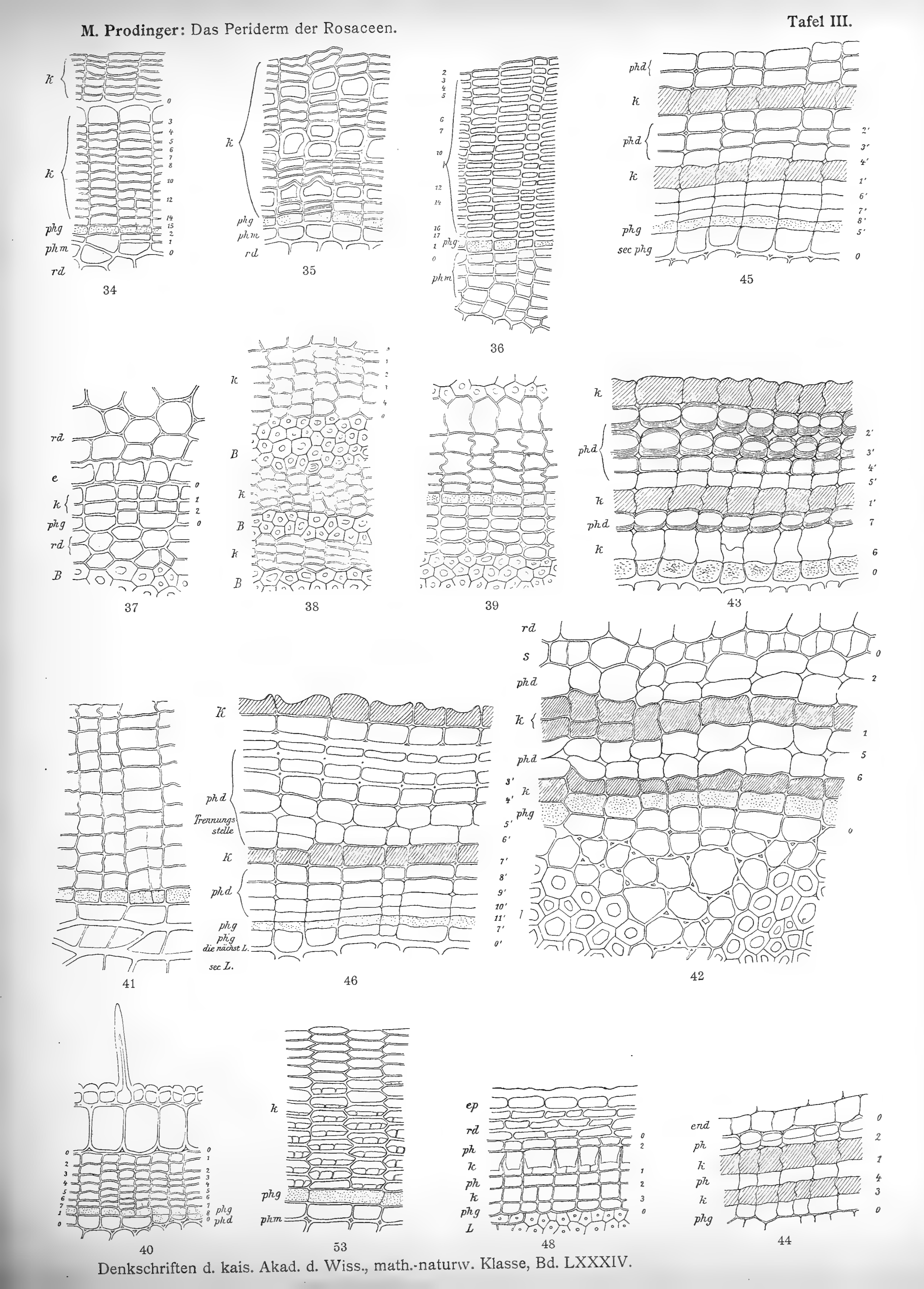


18 19 21 22 23 26 25 24 33 30 29 27 32 28 31

Tafel III.

Tafel III.

Fig. 34. Periderm des Stammes von *Cercocarpus fothergilloides.*
» 35. » » » » » *paucidentatus* var. von *betulaefolia.*
» 36. » » » » » *macrophyllus.*
» 37. » » » » *Adenostoma fasciculata* f. *brevifolia* Torr. et Gray.
» 38. » » » » » » (gilt auch für *Dryas octopetala,* wenn man sich auch das erste Periderm kleinlumig denkt wie die späteren Lamellen).
» 39. » » » » *Coleogyne ramosissima* Torr. (2. Periderm.)
» 40. » » » » *Purshia tridentata* (die subepidermale Zellschicht hier ausnahmsweise noch einmal so hoch als an den anderen Stellen).
» 41. » » » » *Chamaebatia foliolosa* Benth. (stärker vergrößert als die übrigen Zeichnungen).
» 42. » eines Zweiges von *Hagenia abyssinica.*
» 43. » » » » *Poterium spinosum* mit verholzten Phelloidzellen.
» 44. » einer Wurzel » » » » » »
» 45. » eines Zweiges von *Tetraglochin strictum.*


k
phg
phm
rd
34
35
36
45
rd
e
phg
B
37
38
39
43
41
46
42
phd
Trennungsstelle
die nächst L.
sec L.
40
53
48
44
ep
ph
L
end
sec phg

Tafel IV.

Tafel IV.

Fig. 46. Periderm eines Zweiges von *Polylepis tarapacana*.
Fig. 47, 1 und 2. » » » » *Cliffortia ruscifolia*.
Fig. 48. » » » » » *graminea*.
» 49. Querschnitt aus der Wurzel von *Neurada procumbens*.
» 50. » » dem Stengel von *Grielum obtusifolium*.
Fig. 51, 52. Querschnitte durch das Periderm von *Grielum cunifolium*.
» 53. Querschnitt aus dem Periderm von *Osmaronia cerasiformis*.
» 54. Periderm des Stammes von *Pygeum sumatranum*.
» 55. Korkzellen aus dem Periderm von *Maddenia himalaica*.
» 56. Periderm eines Zweiges von *Acioa bellayana*.
» 57. Querschnitt durch einen Zweig von *Parinarium capense*.
» 58. Längsschnitt durch den äußeren Teil der primären Rinde von *P. cap.*

---

phd
k
phd
k
k
phg
phm

47

58

49

50

k
phg
phm

52

54

phg
phm
0
2
1
0

57

51

55

56

BOTANISCHE UND ZOOLOGISCHE ERGEBNISSE

EINER

WISSENSCHAFTLICHEN FORSCHUNGSREISE NACH DEN SAMOAINSELN, DEM NEUGUINEA-ARCHIPEL UND DEN SALOMONSINSELN

VON

MÄRZ BIS DEZEMBER 1905

VON

DR. KARL RECHINGER,

K. UND K. ASSISTENT AM NATURHISTORISCHEN HOFMUSEUM IN WIEN.

II. TEIL.

BEARBEITUNG EINES TEILES DER BOTANISCHEN AUSBEUTE, DER ORTHOPTEREN UND ERIOPHYIDEN VON DEN SAMOAINSELN SOWIE DER MOLLUSKEN SÄMTLICHER BEREISTER INSELN.

I. *Musci* von V. F. Brotherus (Helsingfors).

II. *Pteridophytae* von K. Rechinger (Wien).

III. *Cyperaceae* von E. Palla (Graz).

IV. Anatomische Untersuchungen samoanischer Hölzer von A. Burgerstein (Wien).

V. *Molluscae* von A. Oberwimmer (Wien).

VI. *Eriophyidae* von A. Nalepa (Wien).

VII. *Orthopterae* (kritisches Verzeichnis der bisher von den Samoainseln bekannt gewordenen Orthopteren) von K. Holdhaus (Wien).

Mit 6 Tafeln und 14 Textfiguren.

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 11. JUNI 1908.

Der vorliegende zweite Teil meiner Reiseergebnisse bringt die Fortsetzung der Bearbeitung der botanischen Ausbeute von den Samoainseln und umfaßt die Laubmoose, die Cyperaceen und die Farne

samt den Lycopodiaceen; dem systematischen Teil über die Farnpflanzen wurde ein allgemeiner Abschnitt mit pflanzengeographischen und biologischen Beobachtungen vorausgeschickt. Ferner erscheint hier eine eingehende anatomische Untersuchung sämtlicher von mir in Samoa gesammelten Hölzer.

Von der zoologischen Ausbeute erscheinen die von mir in Samoa aufgefundenen Eriophyiden und Orthopteren sowie sämtliche auf dieser Reise gesammelten Mollusken. Die Bearbeitung der Orthopteren wurde zu einer kritischen Zusammenstellung sämtlicher bisher auf den Samoainseln gefundener Orthopteren ausgestaltet. Unter den Eriophyiden von Samoa befindet sich auch eine Art, die von mir auf der Insel Ceylon gefunden wurde.

Auch in diesem zweiten Teile wurden die bisher von den betreffenden Gebieten noch nicht bekannten Arten mit einem Sternchen (*) bezeichnet.

Für die oft sehr mühevolle Bearbeitung der einzelnen Abschnitte sei den Herren

V. F. Brotherus (Helsingfors),
E. Palla (Graz),
A. Burgerstein (Wien),
A. Oberwimmer (Wien),
A. Nalepa (Wien),
K. Holdhaus (Wien)

mein bester Dank ausgedrückt.

Für die Zeichnung zweier Tafeln von Eriophyiden bin ich Herrn Professor Dr. A. Nalepa, für die photographischen Aufnahmen von Herbarpflanzen und Mollusken bin ich Herrn Hans Fleischmann in Wien zu besonderem Danke verpflichtet.

Die Vegetationsbilder von Samoa, die sich auf die Bearbeitung der Farne beziehen, sind nach meinen eigenen photographischen Aufnahmen ausgeführt worden.

Wien, botanische Abteilung des k. k. Naturhistorischen Hofmuseums, 1. Juni 1908.

Dr. Karl Rechinger.

I. MUSCI.

Bearbeitet von V. F. Brotherus (Helsingfors).

Dicranaceae.

Wilsoniella C. Müll.

Wilsoniella Jardini (W. P. Sch.) Besch., Fl. bryol. Taïti, p. 54. — Paris, Ind. bryol., I, p. 371.

Syn. *Trematodon Jardini* W. P. Sch., in Jard. Enum., p. 20.

Insel Upolu. Bei Harmans Pflanzung an Erdbrüchen im Urwalde. Nr. 3115, 3155. — Motootua. An Erdabhängen im Walde. Nr. 2678. — Malifa. Nr. 2701.

Campylopodium (C. Müll.) Besch.

**Campylopodium euphorocladum* (C. Müll.), Besch., Fl. bryol. Nov. Caled., p. 189. — Paris, Ind. bryol., I, p. 237.

Insel Upolu. Berg Lanutoo. An Wegeinschnitten auf Erde im Kammgebiet, zirka 750 *m* s. m. Nr. 3001, 3005, 3366, 5250. — Auf Erde auf dem Grunde des gegenwärtig ausgetrockneten Kratersees Lanuanea. August 1905. Nr. 2953, 2954.

Leucoloma Brid.

Leucoloma tenuifolium Mitten, List of Sam. Moss. in Journal of Linn. Soc., Vol. X, p. 192 (1869).

Insel Upolu. Berg Lanutoo an Baumzweigen. Nr. 3285. — Urwald bei Tiavi. An Bäumen. Nr. 2620.

Dicranoloma Ren.

**Dicranoloma Braunii* (C. Müll.), Paris, Ind. bryol., Ed. II, Vol. II, p. 25.

Var. *Samoana* Brotherus nov. var.

Folia breviora, minus argute serrata.

Insel Upolu. Vulkan Maungaafi, zirka 1300 *m* s. m. Nr. 3276. — Urwald von Tiavi. Nr. 3329.

Campylopus Brid.

* ***Campylopus (Trichophylli) samoanus*** Broth. n. sp.

Dioicus; caespitosus, caespitibus densis, tomentosis, laete viridibus, sericeo-nitidis; caulis erectus, usque ad 4 *cm* altus, inferne rufo-tomentosus, dense foliosus, simplex vel subsimplex, plantae femineae apice comosus; folia sicca flexuosulo-erecta, humida erecto-patentia, canaliculato-concava, e basi ovali subito in subulam angustam, elongatam, piliferam attenuata, 5—6 *mm* longa, basi ca. 0·75 *mm* lata, marginibus erectis, integerrimis, nervo basi tertiam, apice totam partem folii occupante, in pilum longiusculum, strictum, hyalinum, sublaeve excedente, cellulis ventralibus laxiusculis, inanibus, cellulis laminalibus in

parte basilari laxis, teneris, oblongo-hexagonis, hyalinis, marginalibus angustioribus, alaribus tenerioribus, minoribus, caeterum subsimilibus, superioribus multo minoribus, rhombeis. Caetera ignota.

Insel Upolu. Berg Lanutoo, Kammgebiet. Auf Bäumen. Nr. 2977, 3342, 3355. Species foliis e basi ovali raptim subulatis, integris, nervo dorso laevi, cellulis partis latioris teneris, subcalymperoideis faciliter dignoscenda.

Leucobryaceae.

Leucobryum Hamp.

Leucobryum Samoanum Fleisch.

Forma foliis brevioribus.

Insel Upolu. Urwald bei Tiavi. Nr. 3362.

**Leucorybum tahitense* Ångström, in Oefv. Nr. 5, p. 118 (1873). — Paris, Ind. bryol., Vol. I, p. 753.

Insel Upolu. Berg Lanutoo. Nr. 3327 partim.

Insel Savaii. Vulkan Maungaafi in der Kammregion, zirka 1600 *m* s. m. Nr. 3096. — Bei Patamea. Nr. 3368.

Leucophanaceae.

Leucophanes Brid.

Leucophanes albo-nitens C. Müll., Musci polynesic. in Journal d. Mus. Godeffroy, Hamburg, Heft VI, p. 58 (1873 bis 1874). — Rein., Fl. Sam. Ins. in Engler's Bot. Jahrb., Vol. 23, p. 317 (1897).

Insel Upolu. Utumapu. Auf Bäumen. Nr. 3248.

Leucophanes pungens Fleisch.

Insel Apolima. Nr. 2692.

Insel Upolu. Bei Apia. Nr. 3127. — Bei Malifa. Nr. 2708.

**Leucaphanes tahiticum* Besch., in Bull. Soc. bot. Fr., p. 57 (1898). — Paris, Ind. bryol., Ed., II, Vol. III, p. 193.

Insel Upolu. Vulkan Maungaafi, zirka 1600 *m* s. m. Nr. 2876 ex parte.

Arthrocormus Doz. et Molk.

**Arthrocormus Schimperi* Doz. et Molk., Prod. Fl. bryol. Surinam, p. 76, tab. 27, et Bryol. Javan., I, p. 25. — Paris, Ind. bryol., Vol. I, p. 50.

Insel Upolu. Berg Lanutoo. Auf Bäumen. Nr. 2974.

Octoblepharum.

Octoblepharum albidum (L.) Hedw., Musci frond., Vol. III, p. 15, tab. 6. — Paris, Ind. bryol., Vol. I, p. 862. — Rein., Fl. d. Sam. Ins., l. c., p. 318.

Var. *cuspidatum* C. Müll.

Insel Upolu. An Bäumen bei Laulii. Nr. 2716.

Exodictyon Card.

Exodictyon dentatum (Mitt.) Card.

Insel Upolu. Berg Lanutoo. Nr. 3019, 3338. — Tiavi.

Exodictyon Rechingeri* Broth. n. sp.

Dioicum; gracile, caespitosum, caespitibus densiusculis, mollibus, lutescenti-albidis, haud nitidis; caulis vix ultra 1 *cm* altus, fragilis, erectus vel adscendens, inferne radiculosus, radiculis elongatis, fusco-rubris, laevissimis, densiuscule foliosus, simplex vel furcatus, ramis erectis, simplicibus vel furcatis; folia sicca et humida erecto-patentia, canaliculato-concava, e basi oblonga, ad insertionem angusta sensim linearia vel lineari-lanceolata, breviter acuminata, hyaline mucronata, usque ad 1·9 *mm* longa et basi c. 0·19 *mm* lata, lamina ubique unistratosa, margine, basi excepta, mamillis humilibus, saepius bifidis praedita, nervo basi angustiore, dein sensim latiore, in sectione transversa subrotundo, continuo, basi excepta ubique mamillis altiusculis, apice divisis obtecto, cellulis laminalibus internis laxis, teneris, inanibus, 4—6gonis, basi 4—5-, superne 2seriatis, apice uniseriatis, marginalibus minutis, uni- vel biseriatis. Caetera ignota.

Insel Upolu. Berg Lanutoo. Nr. 3369.

Species distinctissima, *E. Sullivantii* (Doz. et Molk.) Fleisch. habitu simili, sed notis supra datis facillime dignoscenda.

Fissidentaceae.

Fissidens Hedw.

**Fissidens Zippelianus* Doz. et Molk., Bryol. Javan., Vol. II, p. 221, tab. 2. — Paris, Ind. bryol., Vol. I. p. 490.

Insel Savaii. In einem gegenwärtig (August 1905) ausgetrockneten Flußlauf bei Patamea, auf Steinen Nr. 2878.

**F. Zollingeri* Mont., in Ann. scienc. nat., Vol. IV, p. 114 (1845), et Syll., p. 3. — Paris, Ind. bryol. Vol. I, p. 490.

Insel Upolu. Motootua. Auf Erde. Nr. 2724. — Bei Vailele. Nr. 1624.

Colymperaceae.

Syrrhopodon Schwaegr.

Syrrhopodon Graeffeanus C. Müll., Musci polynesic. in Journal d. Mus. Godeffroy, Hamburg, Heft VI, p. 66. — Paris, Ind. bryol., Vol. I, p. 1249. — Rein., Sam., p. 322, l. c. —.

Insel Upolu. Berg Lanutoo. An Farnstämmen, 500 bis 600 *m* s. m. Nr. 2771, 2971, 2994, 3021, 3023.

S. fasciculatus Hook. et Grev., in Brewster Edinb. Journal of scienc., Vol. III, p. 225. — Paris, Ind. bryol., Vol. I, p. 1247.

Insel Upolu. Vailima. Auf Bäumen. Nr. 2914.

S. luteus (Mitt.) Jaeger, Ad. I, p. 315. — Paris, Ind. bryol., Vol. I, p. 1251.

Syn. *Thyridium luteum* Mitten, List of Sam. Moss. in Journal of Linn. Soc., p. 188 (1868).

Insel Upolu. Berg Lanutoo. Nr. 3290, 3313, 3378.

S. Mülleri Doz et Molk., Bryol. Javan., Vol. II, p. 224. — Paris, Ind. bryol., Vol. I, p. 1251. — Rein., Sam., p. 322.

Insel Upolu. Berg Lanutoo. Auf Stämmen von Baumfarnen. Nr. 3017.

S. croceus Mitten, Paris, Ind. bryol., Vol. I, p. 1245.

Insel Upolu. Berg Lanutoo. Nr. 3030, 3327.

Calymperes Sw.

Calymperes tahitense (Sull.) Mitten, Sam. Moss. in Journal Linn. Soc., Vol. X (1869), p. 172.

Syn. *Syrrhopodon tahitense* Sull., in Un. St. Expl. Exped. Wilkes (1859), Musci, p. 6, tab. 4.

Insel Upolu. Kammgebiet ober Utumapu. Nr. 3258.

C. pachyneurum C. Müll., Musci polynes. in Journal Mus. Godeffroy, Hamburg, Heft VI, p. 65 (1873 bis 1874). — Paris, Ind. bryol., p. 231. — Rein., Sam., p. 321.

Insel Upolu. Vaiaberg (Apiaberg). Auf Bäumen. Nr. 2693. — Motootua. Auf den Stämmen von *Cocos nucifera*. Nr. 3125.

C. Graeffeanum C. Müll., Musci polynesic. in Journal d. Mus Godeffroy, Hamburg, Heft VI, p. 22, (1873—74). — Paris, Ind. bryol., p. 229. — Rein., Sam., p. 321.

Insel Manono. Nr. 2731. — Insel Upolu. Nr. 2746, 2794. — Insel Savaii. Nr. 2956.

Pottiaceae.

Hyophila Brid.

Hyophila Samoana Mitten, List Sam. Moss. in Journal of Linn. Soc., Vol. X, p. 68 (1869). — Paris, Ind. bryol., Vol. I, p. 602.

Syn. *Pottia Samoana* C. Müll., Musci polynes. in Journal Godeffroy, Hamburg, Heft VI, p. 68.

Insel Upolu. Apia. Auf Erde. Nr. 2625.

Orthotrichaceae.

Anoectangium (Hedw.) Bryol. eur.

**Anoectangium tapes* Besch., in Bull. Soc. bot. Fr., p. 53 (1898). — Paris, Ind. bryol. Ed., II, Vol. I, p. 48.

Insel Savaii. Auf beschatteten Felsen an einem ausgetrockneten Flußlauf bei Patamea. Nr. 2883 und 2892.

Insel Upolu. Patamea. An Flußläufen auf beschatteten Felsen. Nr. 2883, 2892.

Macromitrium Brid.

***Macromitrium subgoniorhynchum** Broth. n. sp.

Dioicum; robustiusculum, caespitosum, caespitibus densis, fuscescenti-viribus, vix nitidiusculis; caulis longe repens, fusco-tomentosus, vage ramosus, ramis repentibus, densissime ramulosis, ramulis erectis, vix ultra 1 *cm* altis, fusco-tomentosis, dense foliosis, fasciculatim divisis vel simplicibus, obtusis; folia ramulina sicca crispulo-adpressa, comalia tantum indistincte contorta, humida patentia, carinato-concava, oblongo-lanceolata, sensim anguste acuminata, acumine saepe diffracto, marginibus erectis vel basi anguste recurvis, integris, limbata, limbo luteo, e cellulis elongatis, angustis, extimis laxioribus, hyalinis composito, basi latiusculo, dein sensim angustiore, ad medium folii evanido, nervo rufescente, in apice dissoluto, laevissimo, cellulis minutissimis, rotundatis vel transverse ovalibus, incrassatis, superioribus laevibus, inferioribus grosse papillosis, basilaribus infimis uno latere ad nervum laxis, hyalinis, calymperoideis. Caetera ignota.

Insel Savaii. Krater Maungaafi.

Species *M. goniorhyncho* (Doz. et Molk.) Mitt., affinis, sed foliis comalibus tantum indistincto contortis, cellulis magis incrassatis iam dignoscenda.

Macromitrium Beecheyanum Mitt., Sam. Moss. in Journal Linn. Soc., Vol. X, p. 167 (1869). — Rein. Sam., p. 323. — Paris, Ind. bryol., Vol. I, p. 772.

Insel Upolu. Berg Lanutoo. Auf Zweigen. Nr. 2976.

M. speirostichum C. Müll., Musci polynes. in Jornal Mus. Godeffroy, Hamburg, Heft VI, p. 787 (1873 bis 1874). — Rein., Sam., p. 323. — Paris, Ind. bryol., I, p. 787.

Insel. Upolu. Berg Lanutoo. Auf Baumstämmen. Nr. 3011, 3315. — Utumapu. Nr. 3224 partim. — Urwald bei Tiavi. Nr. 2675.

M. glaucum Mitt., Sam. Moss., in Journal Lin. Soc., Vol. X (1869), p. 167. — Rein., Sam., p. 323. — Paris, Ind. bryol., Vol. I, p. 776.

Insel Upolu. Vaiaberg (Apiaberg). Nr. 2658.
Insel Savaii. Krater Maungaafi, zirka 1600 *m* s. m. Nr. 3081, 3087.

Bryaceae.

Brachymenium Schwaegr.

Brachymenium melanothecium (C. Müll.) Jaeger, Ad. I, p. 578. — Paris, Ind. bryol., Vol. I, p. 124.

Syn. *Bryum melanothecium* C. Müll., Musci Polynesic. in Journal Mus. Godefroy, Hamburg, Heft 6 p. 62 (1873 bis 1874). — Rein., Sam., p. 321.

Insel Upolu. Malifa. Nr. 2935. — Leolomuenga. Nr. 2673. — Utumapu. In der Dachrinne eines Hauses. Nr. 5248. — Insel Manono. Nr. 2745. — Insel Savaii. Auf Lavablöcken auf dem »Mu« bei Aopo, zirka 600 *m* s. m. Nr. 3094.

Rhizogoniaceae.

Rhizogonium Brid.

Rhizogonium spiniforme (L.) Broch., in Fl., p. 134 (1846) var. *samoense* (Mitt.), List Sam. Moss. in Linn. Soc., Vol. X, p. 174 (1869).

Insel Upolu. Berg Lanutoo, 700 *m*. Auf Stämmen, Zweigen und auf morschem Holz. Nr. 2982, 3000 3004, 3015, 3037, 3053. 3066, 3282, 3310, 3344, 3347. — Insel Savaii. Krater Maungaafi, zirka 1300 *m* s. m. Auf Bäumen. Nr. 3299. Wimpern des inneren P. gut entwickelt.

R. setosum (Mitt.) Mitt., Fl. Vit., p. 384. — Paris, Ind. bryol., Vol. I, p. 1113.

Insel Upolu. Berg Lanutoo, 700 *m*. Nr. 3333. — Urwald bei Tiavi, zirka 300 *m* s. m. Auf Bäumen Nr. 2674, 2880. — Kammgebiet über Utumapu, zirka 500 *m*. Nr. 1927, 2867, 3218.

Bartramiaceae.

Philonotis Brid.

Philonotis asperifolia Mitt., List. Sam. Moss. in Journal Linn. Soc., Vol. X, p. 185 (1869). — Paris Ind. bryol., Vol. I, p. 918.

Insel Upolu. Berg Lanutoo, 700 *m*. Auf Erde. Nr. 3277. — Motootua. Nr. 2732. — Malifa. An Erdbrüchen und auf feuchter Erde. Nr. 2677, 3139. — Vaimea. An Wassergräben. Nr. 2933.

**Philonotis Vescoana* Paris, Ind. bryol., Vol. I, p. 931.

Syn. *Philonotula Vescoana* Besch., Fl. bryol. Taiti, p. 29.

Insel Upolu. Berg Lanutoo. An erdigen Abhängen, zusammen mit *Campylopodium euphorocladum* (C. Müll.). Nr. 5251. 750 *m* s. m.

Calomniaceae.

Calomnion Hook. fil et Wies.

Calomnion denticulatum Mitt., List. Sam. Moss. in Journal Linn. Soc., Vol. X, p. 192 (1869). — Paris, Ind. bryol, Vol. I, p. 227. — Rein., Sam., p. 319.

Insel Upolu. Berg Lanutoo. An Stämmen von Farnbäumen. Nr. 3328, 3356.

Polytrichaceae.

Pogonatum Palis.

Pogonatum Graeffeanum (C. Müll.) Jaeger, Ad. I, p. 716. — Paris, Ind. bryol., Vol. I, p. 981.

Syn. *Polytrichum Graeffeanum* C. Müll., Musci polynesic. in Journal Godeffroy, Hamburg, Heft VI, (1873 bis 1874). — Rein., Sam., p. 319.

Insel Upolu. Berg Lanutoo. Auf Erde. Nr. 2952, 2990, 5249. — Urwald bei Tiavi. Nr. 2887, 2952.

Spiridentaceae.

Spiridens Nees.

Spiridens aristifolius Mitt., List. Sam. Moss. in Journal Linn. Soc., Vol. X, p. 193 (1869). — Paris, Ind. bryol., Vol. I, p. 1224. — Rein., Sam., l. c., p. 324.

Insel Upolu. Berg Lanutoo. An Bäumen. Nr. 1819, 2773. — Urwald von Tiavi. An Bäumen, zirka 600 *m* s. m. Nr. 5252.

Insel Savaii. Gipfelregion des Kraters Maungaafi. An Bäumen, horizontal abstehend. Nr. 1709, 2881.

Ptychomniaceae.

Ptychomnion (Hook. fil. et Wies.) Mitt.

Ptychomnion aciculare (Brid.) Mitt., Moss. austro.-amer., p. 536, in Journal Linn. Soc. (1859), p. 88. — Paris, Ind. bryol., Vol. I, p. 1060. — Rein., Sam., p. 331.

Syn. *Hypnum aciculare* Brid., M. Rec., II, p. 158.

Insel Savaii. Krater Maungaafi, 1200 bis 1900 *m* s. m. Nr. 2862. — Wälder ober Aopo. Nr. 2907, 3076.

Neckeraceae.

Endotrichella C. Müll.

Endotrichella Samoana (Mitt), C. Müll., Musci polynes. in Journal Godeffroy, Hamburg. Heft VI, p. 73. — Rein., Sam., p. 325.

Syn. *Garovaglia Samoana* Mitt., Sam. Moss. in Journal Linn. Soc., X, p. 167.

Insel Upolu. Urwald ober Utumapu. Nr. 2813.
Insel Savaii. Urwald ober Aopo. Nr. 3068.

Garovaglia.

Garovaglia Powellii Mitt., Sam. Moss. in Journal Linn. Soc., Vol. X, p. 169 (1869). — Rein., Sam., p. 325.

Insel Upolu. Utumapu. Nr. 3224 partim.

Symphysodon Doz. et Molk.

Symphysodon Vitianus (Sull.) Broth.

Syn. *Pterobryum Vitianum* (Sull.) Mitt., Fl. Vit., p. 394.

Insel Upolu. Vaiaberg (Apiaberg). An Bäumen. Nr. 3075. — Gebirge über Utumapu. Auf Bäumen. Nr. 3162. — Am Wasserfall Papaseea. An Bäumen. Nr. 2669. — Urwald von Tiavi. Nr. 3270.

Papillaria C. Müll.

Papillaria intricata (Mitt.) Broth.

Syn. *Meteorium aeruginosum* Mitt., Sam. Moss. Journal Linn. Soc., Vol. X, p. 171. — Rein., Sam. p. 325.

Insel Upolu. Im Urwald bei Harman's Pflanzung. Nr. 3110. — Am Wasserfall Papaloloa. Auf Bäumen. Nr. 2663. — Urwald von Tiavi. Nr. 2624, 2683. — Krater Lanutoo. Nr. 2610, 2656.

Aërobryopsis Fleisch.

Aërobryopsis lanosa (Mitt.) Broth.

Insel Upolu. Berg Lanutoo. Auf Bäumen. Nr. 2622, 2920, 2972, 2973, 3032, 3039, 3059.

Floribundaria C. Müll.

Floribundaria aeruginosa (Mitt.) Fleisch., Neue Gattg. und Art., in Hedw., Vol. 44, p. 303 (1905)

Syn. *Meteorium aëruginosum* Mitt., Sam. Moss. Journal Linn. Soc., Vol. X, 1869, p. 171. — Rein., Sam., p, 325.

Insel Upolu. Berg Lanutoo. Nr. 3296.

Neckera Hedw.

Neckera Lepineana Mont., Ann. Sc. nat. Paris, Vol. X, p. 107 (1848).

Insel Upolu. Auf Bäumen im Kammgebiet ober Utumapu. Nr. 3257. — Urwald bei Tiavi. Bildet lange Girlanden, die sich von Zweig zu Zweig ziehen.

Homaliodendron Fleisch.

Homaliodendron dendroides (Hook.) Fleisch.

Insel Upolu. Urwald bei Tiavi. An Bäumen.
Insel Savaii. Vulkan Maungaafi. Nr. 3104.

Pinnatella (C. Müll.) Fleisch.

Pinnatella elegantissima (Mitt.) Fleisch.

Syn. *Parotrichum elegantissimum* C. Müll., in Jourual Mus. Godeffroy, Hamburg, Heft VI, p. 123.— Rein., Sam., p. 325.

Insel Upolu. Kammgebiet ober Utumapu. Nr. 3192.

Hookeriaceae.

Distichophyllum Doz. et Molk.

Distichophyllum Vitianum (Sull.) Besch., Fl. bryol. Nov. Caled., p. 227. — Paris, Ind. bryol., Vol. I, p. 390.

Syn. *Mniadelphus Vitianus* Sull., in Proced. Amer. Acad. (Boston) 1854, et in Wilkes Exped. U. St. (1854), p. 24. — Rein., Sam., p. 327.

Insel Upolu. Berg Lanutoo. Nr. 3275, 3309. — Urwald ober Utumapu. An faulenden Farnstämmen. Nr. 3190, 3208, 3227, 3225 partim.
Insel Savaii. Vulkan Maungaafi, im Urwald, zirka 1600 *m* s. m. Nr. 2873, 3098.

Calicostella (C. Müll.) Jaeger.

Calicostella oblongifolia (Sull.) Jaeger.

Syn. *Hookeria* Sull., in Proced. Amer. Acad., Boston, Januar (1854). — Rein., Sam., p. 326. — C. Müll. in Journal Mus. Godeffroy., Hamburg, Heft Vl, p. 326.

Insel Savaii. Maungaafi, zirka 1400 *m* s. m.

Insel Upolu. Berg Lanutoo. An Farnstämmen. Nr. 3043, 3300. — Gebirge über Utumapu auf lebenden und faulenden Baumstämmen. Nr. 3172, 3173, 3175, 3185, 3235, 3225 partim.

Eriopus (Brid.) C. Müll.

****Eriopus subremotifolius*** Broth. n. sp.

Dioicus; robustus, caespitosus, caespitibus laxis, pallide viridibus, nitidiusculis; caulis ad 4 *cm* usque altus, basi fusco-tomentosus, durus, nigricans, laxe foliosus, superne filis ramosis, ramote articulatis, fuscis, fasciculatis obtectus, complanatus, simplex; folia remota, superiora tantum densius disposita, 6 faria, lateralia utrinque e serie foliorum unica patula, ovalia, subito breviter et anguste acuminata, marginibus erectis, e medio ad apicem spinoso-dentata, nervo brevissimo, furcato, cellulis laxis, oblongo- vel ovali-hexagonis, apicalibus brevioribus, marginalibus angustis, limbum biseriatum efformantibus dorsalia et ventralia multo minora, erecto-appressa, ovata, breviter acuminata; bracteae perichaetii minutae, erectae, concavae, longius acuminatae, integrae; seta 6 *mm* alta, adscendens, pallida, ubique setulis, superne longioribus obtecta; theca horizontalis, minuta, ovalis, fusca, collo tenui, concolore in setam transiens, laevis. Caetera ignota.

Insel Upolu. Urwald bei Tiavi. Nr. 2633.

Species *E. remotifolio* C. Müll. valde affinis, sed statura robustiore, foliis remotioribus, angustius limbatis dignoscenda.

Hypopterigiaceae.

Hypopterigium Brid.

Hypopterigium semimarginatum C. Müll., Musci pacif. in Jour. Mus. Godeffroy, Hamburg, Heft VI. p. 87. — Rein., Sam., p. 327.

Insel Upolu. Urwald von Tiavi. An Bäumen. zirka 700 *m* s. m. Nr. 3063.

Rhacopilaceae.

Rhacopilum Palis.

Rhacopilum spectabile Reinw. et Hornsch., Nov. Act. Leop. Carol., Vol. XIV, II, p. 721, tab. 40. — Rein., Sam., p. 327.

Insel Savaii. Im Urwald auf dem Vulkan Maungaafi, zirka 1000 *m* s. m. Nr. 2869.

Leskeaceae.

Thuidium Bryol. europ.

Thuidium erosulum Mitt., Sam. Moss. in Journal Linn. Soc., Vol. X (1869), p. 186. — Rein., Sam. p. 328.

Insel Upolu. Im sekundären Urwald bei Motootua. Nr. 2627.

Th. Samoanum Mitt., Sam. Moss. in Journal Linn. Soc., Vol. X (1869), p. 186. — C. Müll., Musci pacif. in Journal Mus. Godeffroy, Heft VI, Nr. 120. — Rein., Sam., p. 328.

Insel Upolu. Berg Lanutoo. Auf Bäumen. Nr. 3349. — Urwald von Tiavi. Nr. 2623.
Insel Savaii. An Flußläufen in Wäldern bei Patamea. Nr. 2891.

Th. plumulosum (Doz. et Molk.) Bryol. javan., II, p. 118, tab. 223.

Insel Upolu. Auf Felsen an Flußufern bei Harman's Pflanzung. Nr. 3105.

Insel Savaii. An Flußufern bei Patamea. Nr. 2884.

Th. ramentosum Mitt., Sam. Moss. in Journal Linn. Soc., Vol. X (1869), p. 186. — Rein., Sam., p. 328.

Insel Upolu. Bei Utumapu. Nr. 3194. — Urwald bei Tiavi. Auf feuchten Steinen an Bächen. 600 bis 700 *m*. Nr. 2870.

Insel Savaii. An schattigen Stellen in einem ausgetrockneten Flußlauf bei Patamea. Nr. 3274.

Hypnaceae.

Ectropothecium Mitt.

****Ectropothecium excavatum*** Broth. n. sp.

Dioicum; robustum, caespitosum, caespitibus densis, rigidis, lutescenti-viridibus, aetate lutescentibus, nitidis; caulis procumbens, plus minusve elongatus, vix radiculosus, densissime foliosus, haud complanatus, subpinnatim ramosus, ramis adscendentibus, brevibus, haud complanatis, simplicibus; folia falcata, vix vel indistincte longitudinaliter plicata, concaviuscula, e basi ovata vel ovali sensim lanceolata marginibus anguste revolutis, apice minute denticulatis, cellulis elongatis, incrassatis, lumina angustissime lineari, laevissimis, basilaribus infimis luteis, abbreviatis, inter se porosis, alaribus numerosis, laxis, subquadratis, luteis vel hyalinis, ventricosis. Caetera ignota.

Insel Upolu. Utumapu, Kammgebiet. Auf alten Bäumen (Ficus Aoa) (Rechinger Nr. 5247). Juni 1905. — Deutsch-Neuguinea, Sattelberg (H. Jahn).

Species pulcherrima, habitu *E. intorquato* (Doz. et Molk.) similis, sed foliis cellulis alaribus numerosis, laxis, ventricosis longe diversa.

Ectropothecium sodale (Sull.) Mitt., Sam. Moss. in Journ. Linn. Soc., Vol. X (1869), p. 180.

Syn. *Hypnum sodale* Sull., Amer. expl. Exped. Wilkes, tab. 12, fig. *B.* — *Cupressina sodalis* C. Müll., in Rein., Sam., p. 331.

E. pacificum Mitt., List. Sam, Moss. in Journal Linn. Soc., Vol. X (1869), p. 180. — Rein., Sam. p. 331. — C. Müll., Musci pacif. Journal Mus. Godeffroy, Hamburg, Heft VI, tab 94.

Insel Upolu. Berg Lanutoo. Nr. 3060, 3227. — Urwald von Tiavi. Nr. 2626.

Insel Savaii. Vulkan Maungaafi, 1600 *m* s. m. Nr. 2925.

E. Tutuilum Mitt., List. Sam. Moss. in Journal Linn. Soc., Vol. X (1869), p. 180.

Syn. *Cupressina Tutuila* C. Müll., Journal Linn., Vol. X (1869), p. 95. — *Hypnum Tutuilum* Sull. in Wilk. expl. Exped., Musci, p. 15. tab. 10.

Insel Upolu. Berg Lanutoo. Auf Bäumen. Nr. 3040.

E. cyathothecium (C. Müll.).

Syn. *Cupressina cyathothecia* (C. Müll.), Musci pacif. in Journal Mus. Godeffroy, Heft VI. Nr, 99 (1873 bis 1874). — Rein., Sam., p. 331.

Insel Upolu. In Urwäldern nächst Harman's Pflanzung. Nr. 3111, 3117. — Kammgebiet ober Utumapu. Nr. 3212.

***Ectropothecium cyathothecioides** Broth. n. sp.

Autoicum; gracile, haud caespitosum, pallide viride, nitidum; caulis elongatus, per totam longitudinem substrato affixus, laxe foliosus, pinnatim ramosus, ramis horizontaliter patulis, vix ultra 5 *mm* longis, valde complanatis, laxiuscula foliosis, simplicibus; folia subdistichacea, falcatula, caulina ovato-lanceolata, subulato-acuminata, marginibus erectis, apice minutissime denticulatis, nervis nullis vel subnullis, cellulis elongate linearibus, teneris, laevissimis, marginalibus brevioribus, limbum indistinctum, uniseriatum efformantibus, basilaribus infimis abbreviatis, laxis, alaribus subnullis, ramea subsimilia, brevius acuminata, distinctius denticulata; bracteae perichaetii erectae, e basi ovata sensim elongate subulatae, superne minutissime denticulatae; seta 1 *cm* vel paulum ultra alta, tenuissima, flexuosula, fuscescenti-rubra, laevissima, theca nutans, minutissima, ovalis, sicca deoperculata sub ore constricta fuscidula, laevis. Operculum ignotum.

Insel Upolu. Malifa. Auf Kokosnuß. Nr. 3149.

Species *E. cyathothecio* (C. Müll.) ut videtur proxima, sed notis supra datis longe diversa.

***Ectropothecium Rechingeri** Broth. n. sp.

Autoicum; sat gracile, caespitosum, caespitibus densiusculis, laete viridibus, nitidis; caulis repens, per totam longitudinem fasciculatim fusco-radiculosus, irregulariter pinnatim ramosus, ramis usque ad 1 *cm* vel paulum ultra longis, valde complanatis, laxiuscule foliosis, simplicibus; folia subdistichacea, patentia, vix homomallula, caulina oblongo-lanceolata, breviter acuminata, marginibus plerumque angustissime revolutis, superne serrulatis, nervis binis, brevibus vel nullis, cellulis elongate linearibus, laevissimis, marginalibus brevioribus, limbum indistinctum, uniseriatum efformantibus, basilaribus infimis abbreviatis, laxis, alaribus subnullis, ramea subsimilia, sed brevius acuminata, distinctius serrulata; bracteae perichaetii erectae, e basi latiore sensim lanceolato-subulatae, filiformi-acuminatae, superne denticulatae; seta usque ad 2·5 *cm* alta, flexuosula, ternis, lutescenti-rubra, laevissima; theca horizontalis vel nutans, minuta, ovalis, sicca deoperculata sub ore plus minusve constricta, fuscescens, brevicollis, laevis; operculum brevissime rostratum.

Insel Upolu. Tiavi, Urwald. An Stämmen. Nr. 2618.

Species *E. tophigero* Broth. affinis, sed foliorum forma et structura dignoscenda.

***Ectropothecium strictifolium** Broth. n. sp.

Gracile, caespitosum, caespitibus rigidis, laxiusculis, laete viridibus, nitidis; caulis repens, parce radiculosus, foliis destructis, dense ramosus, ramis prostratis, vix ultra 2 *cm* altis, complanatis, dense foliosis, simplicibus vel parce ramulosis, ramulis vix ultra 5 *mm* longis; folia ramea subdistichacea, erecto-patentia, haud homomalla, concava, ovalia vel ovato-ovalia, breviter acuminata, acuta, marginibus erectis, apice minutissime serrulatis, nervis binis, plus minusve elongatis, cellulis breviter linearibus, laevibus, marginalibus brevioribus, limbum indistinctum, uniseriatum efformantibus, basilaribus infimis abbreviatis, laxis, alaribus vix ullis. Caetera ignota.

Insel Upolu. Auf Lavafelsen am rasch fließenden Wasser des Papaseea-Wasserfalles. Nr. 2959.

Species ramificatione, ramis rigidis, simplicibus vel subsimplicibus foliisque erecto-patentibus, concavis, ovalibus vel ovato-ovalibus, breviter acuminatis, cellulis breviter linearibus valde peculiaris, cum nulla alia commutanda.

***Ectropothecium rupicolum** Broth. n. sp.

Gracile, caespitosum, caespitibus laxiusculis, late extensis, depressis, molliusculis, laete viridibus nitidis; caulis elongatus, repens, inferne fasciculatim fusco-radiculosus, laxiuscule foliosus, dense et regulariter pinnatim ramosus, ramis horizontaliter patulis, vix ultra 5 *mm* longis, densius foliosis, arcuatu-

lis, simplicibus, obtusis; folia falcata, concaviuscula, caulina ovato-lanceolata, subulato-acuminata, marginibus erectis, superne denticulatis, nervis binis, brevibus vel nullis, cellulis elongate linearibus, teneris, laevibus, marginalibus brevioribus, limbum indistinctum, uniseriatum efformantibus, basilaribus infimis abbreviatis, laxis, alaribus subnullis. Caetera ignota.

Insel Savaii. An einem trockenen Flußlauf bei Patamea, auf Felsen. Nr. 3069.

Species ob inflorescentiam ignotam affinitatis incertae, sed verosimiliter inter species autoicas collocanda, habitu *E. Moritzii* (C. Müll.) admodum similis.

* ***Ectropothecium stigmophyllum*** Broth. n. sp.

Tenellum, caespitosum, caespitibus laxis, depressis, laete viridibus, nitidis; caulis elongatus, repens, per totam longitudinem radiculis substrato affixus, laxe foliosus, pinnatin ramosus, ramis horizontalibus, patulis, vix ultra 5 *mm* longis, densius foliosis, valde complanatis, simplicibus, obtusis; folia vix homomalla, concaviuscula, caulina erecto-patentia, ovato-lanceolata, subulato-acuminata, marginibus erectis, minute denticulatis, nervis binis, brevissimis vel nullis, cellulis anguste linearibus, distinctissime papilloso-prominentibus, basilaribus infimis abbreviatis, alaribus vix ullis, ramea distichacea, brevius acuminata, distinctius denticulata. Caetera ignota.

Insel Upolu. Berg Lanutoo. Auf Baumrinde. Nr. 2984.

Species tenella, pulchella, foliis rameis distichaceis, cellulis distinctissime papilloso-prominentibus facillime dignoscenda.

Vesicularia C. Müll.

Vesicularia inflectens (Brid.) C. Müll. in Rein., Sam. in Engl. Jahrb., Vol. 23, p. 330 (1897).

Syn. *Leskea inflectens* Brid., Bryol. univ., II, p. 131.

Insel Upolu. Apiaberg. Auf Steinen im Wasser eines kleinen Baches. Nr. 2657. — Utumapu. Auf feuchten Felsen, zirka 300 *m*. Nr. 775, 3250.

* ***Vesicularia samoana*** Broth. n. sp.

Autoica; gracilis, caespitosa, caespitibus depressis, late extensis, densiusculis, mollibus, lutescenti- vel fuscescenti-viridibus, nitidiusculis; caulis elongatus, repens, per totam longitudinem fasciculatim fusco-radiculosus, laxe foliosus, regulariter pinnatim ramosus, ramis horizontalibus, patulis, vix ultra 7 *mm* longis, complanatis, densius foliosis, singulis longioribus, pinnatim ramulosis; folia sicca vix contracta, humida erecto-patentia, plus minusve homomalla, concaviuscula, caulina lateralia ovato-lanceolata, subulato-acuminata, marginibus erectis, integerrimis, nervis nullis, cellulis oblongo-hexagonis (4:1—6:1), basilaribus infimis abbreviatis, alaribus nullis, omnibus laevissimis, ramea subsimilia, distinctius homomalla; bracteae perichaetii internae superne reflexae, e basi semivaginante filiformi-acuminatae, integerrimae; seta 2 *cm* vel paulum longior, tenuis, flexuosula, rubra, laevissima; theca nutans, majuscula, turgide ovalis, sicca sub ore constricta, brevicollis, fusca; operculum e basi conica acute apiculatum.

Insel Upolu. Berg Lanutoo. Auf Bäumen. Nr. 3020.

Species cum *V. reticulata* (Doz. et Molk.) comparanda.

Leucomnium.

Leucomnium debile C. Müll., Musci pacif. in Journal Mus. Godeffroy, Hamburg, Heft VI, p. 84. — Rein., Sam., p. 330.

Syn. *Hookeria debilis* Sull. in Wilkes expl. Exped., tab. 21.

Insel Savaii. Vulkan Maungaafi, zirka 1600 *m* s. m.

Isopterygium Mitt.

Isopterygium lonchapelma (C. Müll.) Jaeger., Ad., II, p. 498.

Syn. *Hypnum lonchapelma* C. Müll., Musci polynes. in Journal Mus. Godeffroy, Hamburg, Heft VI, p. 87.

Insel Upolu. Motootua. Auf alten Baumstämmen. Nr. 3240. — Vaiaberg (Apiaberg). Auf Bäumen. Nr. 2637.

Taxithelium Spruce.

Taxithelium stigmosum (Mitt.), Musci austr. amer., p. 21 (1869).

Insel Upolu. Berg Lanutoo. Nr. 3337.

Trichosteleum.

Trichosteleum rhinophyllum (C. Müll.) Jaeger C. Müll., Musci pacif. in Journal Mus. Godeffroy, Hamburg, Heft VI, p. 85.

Insel Upolu. Berg Lanutoo. Auf morschen Baumstrünken und auf Bäumen. Nr. 3009, 3335.

Sematophyllum Mitt.

Sematophyllum lamprophyllum Mitt.

Syn. *Rhaphidostegium lamprophyllum* Jaeger, Ad., II, p. 477.

Insel Upolu. Berg Lanutoo. Nr. 2995, 3003, 3010, 3049.
Insel Savaii. Vulkan Maungaafi.

S. brevicuspidatum Mitt.

Syn. *Hypnum brevicuspidatum* Mitt., Sam. Moss. Journal Linn. Soc., Vol. X (1869), p. 183.

Insel Upolu. Berg Lanutoo. Auf Baumzweigen. Nr. 3058. — Urwald bei Tiavi. Nr. 2886. — Urwald des Kammgebietes ober Utumapu in den Wipfeln hoher Bäume. Nr. 3295.

Meiothecium.

Meiothecium intertextum Mitt., Sam. Moss. in Journal Linn. Soc., Vol. X (1869), p. 185.

Insel Upolu. Apia. An Bäumen. Nr. 3132. — Motootua. An Bäumen. Nr. 2718.

M. microcarpum (Harv.) Mitt., in Hook. Icon. plant. rar., tab. 24, fig. 12.

Forma *robusta* Broth.

Insel Upolu. Utumapu. Nr. 3199, 3214.

****Meiothecium Rechingeri*** Broth. n. sp.

Autoicum; robustum, caespitosum, caespitibus laxis, mollibus, pallide lutescenti-viridibus, nitidiusculis; caulis ad 5 *cm* usque longus, procumbens, parce radiculosus, dense foliosus, vage ramosus, ramis inaequalibus, teretibus, flexuosis vel curvatulis, attenuatis vel obtusis; folia sicca imbricata, rugulosa, apice hamato reflexa, humida erecto-patentia, concava, oblongo-lanceolata, breviter acuminata, obtusa,

marginibus ubique revolutis, integerrimis, nervis nullis, cellulis elongate ellipticis, apice folii brevioribus, valde incrassatis, lumine angustissimo, parietibus inter se porosis, vix distinctis, laevissimis, basilaribus infimis aureis, alaribus pluribus, vesiculosis, fusco-aureis; bracteae perichaetii internae erectae, foliis multo minores, ovato-lanceolatae, marginibus anguste recurvis vel suberectis, superne minute denticulatis, cellulis tenerioribus; seta circa 1 *cm* alta, rubra, laevissima. Caetera ignota.

Insel Savaii. Vulkan Maungaafi, 1300 *m* s. m. An Bäumen. Nr. 2876 partim.

Species a *M. hamato* (C. Müll.) foliis angustioribus, obtusis, a *M. hamatulo* (Besch.) foliis apice hamato-reflexis iam diversa.

Hypnodendraceae.

Hypnodendron Lindb.

Hypnodendron subspininervium C. Müll., Musci pacif. in Journ. Mus. Godeffroy, Hamburg, Heft VI, p. 90, et Botan. Zeitung, p. 782 (1857). — Rein., Sam., p. 332.

Insel Upolu. Berg Lanutoo. In Büscheln auf Bäumen. Nr. 2942, 2989, 3042, 3061, 3062. — Urwald bei Tiavi. Nr. 2619, 2660.



II. PTERIDOPHYTAE DER SAMOAINSELN.

Bearbeitet von Dr. Karl Rechinger.[1] (Wien.)

Mit Tafel IV, V, VI.

In der Vegetation von Samoa spielen die Farne eine sehr hervorragende Rolle. Nach Reinecke, Flora der Samoainseln, stehen 464 Phanerogamen 232 Farne gegenüber.

Selbst nach Abzug von 48 Farnen, die dem Bearbeiter der Pteridophyten (Christ) nur aus der Literatur bekannt wurden und deren Vorkommen auf den Samoainseln zumeist sehr zweifelhaft ist, beträgt die Anzahl der Farne noch beinahe ein Dritteil der gesamten Gefäßpflanzen der Inselgruppe.

Da ein Teil der Pteridophyten in einer großen Individuenanzahl vorkommt, andere durch ihre bedeutenden Dimensionen auffallen, ist der Charakter des Vegetationsbildes von Samoa durch sie hervorragend gekennzeichnet.

Viele der in Samoa vorkommenden Farne sind über große Gebiete verbreitet, was sich durch die leichte Möglichkeit des Transportes ihrer spezifisch sehr leichten winzigen Sporen durch Luftströmungen erklärt. Ihre Entwicklung auf den polynesischen Inseln wurde durch Feuchtigkeit und Wärme hervorragend gefördert und es haben sich auf einigen Inselgruppen endemische Arten, wenn auch nicht in großer Zahl ausgebildet. Auch in Samoa ist eine kleine Anzahl von Farnendemismen nachzuweisen.

Von den 48 bisher nur aus der Literatur bekannten Arten gelang es mir, zwei wieder aufzufinden: *Pteris Wallichiana* Agh. und *Acrostichum (Hymenolepis) spicatum* (L. fil.) Presl. Außerdem wurden von mir für die Samoainseln 11 bisher nicht bekannte Arten aufgefunden, von denen *Botrychium daucifolium* Wall. am bemerkenswertesten ist, da die Gattung *Botrychium* bisher auf dieser Inselgruppe nicht nachgewiesen wurde. Auf den zunächst liegenden Inseln Tonga und Fidji kommt kein *Botrychium* vor, hingegen wurde dieselbe Art auf den Hawaiischen Inseln und der Tahitigruppe gefunden. Möglicherweise ist die Pflanze auf Tonga und Fidji bisher nur übersehen worden.

Eine Farnart *Pteris litoralis* Rechinger war neu zu beschreiben, sie gehört in die Sektion *Litobrochia*. Neu für Samoa sind außer diesen beiden *Polypodium vulcanicum* Bl., *P. longipes* Link, *Asplenium erectum* Bory, *Nephrolepis pectinata* Schott, *Lindsaya davallioides* Bl., *L. nitens* Bl., *Davallia pyxidata* Cavan., *D. inaequalis* Kunze, *Sellaginella uncinata* Spring.

Entsprechend dem feuchtwarmen Klimc der Inseln sind nahezu die Hälfte der samoanischen Farne Epiphyten.

Ungefähr 90 Arten sind ausschließlich Erdbewohner, zirka 65 ausschließlich Baumbewohner und der Rest verteilt sich auf solche Arten, die sowohl auf dem Erdboden wie auf Bäumen wachsen.

Im Verhältnisse zu der großen Zahl der Farne Samoas ist die Anzahl derjenigen, die an eine xerophile Lebensweise angepaßt sind, nicht groß, ein Ausdruck des feuchtwarmen Klimas der Inseln. Nur dem direkten Sonnenlicht und heftigen Luftströmungen ausgesetzte Standorte erfordern hier xerophile Anpassungsformen.

---

[1] Schluß des Manuskriptes im Dezember 1907.

Solche Orte sind:

1. Die Strandzone und die landeinwärts sich anschließenden Pflanzungen, einesteils durch die Seebrisen, andernteils durch die Entblößung des Bodens von der ursprünglichen Vegetation und die dadurch hervorgerufene höhere Trockenheit der Luft und reichlichere Einwirkung des Lichtes bedingt.

2. Die Lavahalden »Mu« genannt. Dies sind oft weit ausgedehnte, mit rezenten Lavaströmen bedeckte Landstriche, welche noch nicht mit hochstämmigem Urwald bewachsen sind, sondern mit einer sehr charakteristischen xerophilen Busch- und Gestrüppvegetation mit eingestreuten einzelnen Kräutern, Farnen und Gräsern. An solchen Stellen tritt überall die kohlschwarze unverwitterte Lava zutage und erhöht während des Tages durch Speicherung der Wärmestrahlen die Temperatur der darüber lagernden Luftschichten noch mehr, die ohnedies durch den Mangel an Baumschatten eine sehr beträchtliche ist.

3. Die Zone der Gebirgskämme, wo die Gewächse nicht so sehr der Austrocknung durch die Sonne ausgesetzt sind, als viel mehr der austrocknenden Wirkung lebhafter Luftströmungen, da sehr häufig dichte Nebelmassen auf den Höhen lagern.

In der Strandzone ist das mächtige *Acrostichum aureum* der auffallendste Farn[1], der mit seinen großen starren Wedeln am Rande der Mangroveformation die Flußmündungen umsäumt und oft Bestände von bedeutender Ausdehnung bildet. Die Bäume am Strande und in den Pflanzungen tragen eine nicht gerade arten- und individuenreiche Epiphytenflora, welche in diesen Gebieten durchaus xerophilen Charakter zeigt. Die epiphytischen Farne dieser Gebiete sind entweder durch derb ledrige, dicke Blätter ausgezeichnet, welche imstande sind, lange Zeit Wasser zu speichern, ohne zu schrumpfen: *Davallia heterophylla, D. elegans* und *D. parallela, Polypodium Phymatodes, P. adnascens,* oder sie schrumpfen bei trockenem Wetter ein und nehmen bei feuchter Luft oder Regen sofort wieder ihre ursprüngliche Gestalt an: *Antrophyum plantagineum, A. callifolium* und *Monogramme paradoxa,* letztere nicht nur auf den Stämmen, sondern auch am Fuße von Bäumen.

Massenvegetationen epiphytischer Farne in der trockenen Region bilden von den eben genannten: *Antrophyum plantagineum* (siehe Abbildung, Tafel II), das besonders häufig die Stämme von *Kleinhofia hospita* mit seinen herabhängenden spitzen, zungenförmigen Wedeln, oft in Gesellschaft von Lichenen überkleidet. Nicht nur die Stämme, sondern auch die dünnen Zweige derselben Baumart bedecken häufig viele Hunderte von Pflanzen des *Polypodium adnascens* derart, daß die ersteren durch die aufwärts gerichteten zungenartigen kleinen Wedel aus einiger Entfernung wie von einem zottigen grünen Pelz bekleidet aussehen. (Vgl. Tafel I).

Die erdbewohnenden Farne trockner kultivierter und unkultivierter Stellen sind:

Nephrolepis hirsutula Presl, *N. ramosa* Moore, beide mitunter auch auf Bäume kletternd, *Aspidium cucullatum* Bl., *A. invisum* Forst., *A. unitum* R. Br. und *Monogramme paradoxa* (Fée), letzteres auch auf Bäumen.

Sowohl am Strande in den tiefliegenden Pflanzungen als auch in der Kammregion kommen an Bäumen vor:

Davallia heterophylla Sm., *D. parallela* Wall., *D. elegans* Sw. und *Antrophyum callifolium* Bl.

An Mauern, die hier in Samoa stets aus den in Massen vorhandenen Lavablöcken aufgerichtet werden, wie an Steinwällen, welche als Umzäunung oder Hürden dienen, sind *Polypodium adnascens* Sw., *P. Phymatodes* L. und *Pellaea concolor* Luerss. zu finden, sofern diese Mauern dem vollen Sonnenlichte ausgesetzt sind. An halbschattigen Stellen solcher Mauern fehlt *Asplenium tenerum* fast nie, mitunter in Gesellschaft von *Pteris marginata* Bory.

---

[1] Vergl. K. Rechinger, Samoa in Karst. und Schenk; Vegetationsbilder, 6. Reihe, Heft 1, Taf. I.

Auf dem »Mu«, rezenten Lavaströmen, die erst mit spärlicher Vegetation bedeckt sind, finden sich stets die erdbewohnenden Farne:

Lindsaya nitens Bl., *Blechnum orientale* L., *Aspidium cucullatum* Bl., *A. unitum* R. Br., *Nephrolepis hirsutula* Presl, hier wie in Kokospflanzungen der unteren Region ganze dichte Bestände von oft Meterhöhe bildend, *Gleichenia dichotoma* Luerss, *Lycopodium cernuum* L.

Dieselben Farne erscheinen an aus tuffartigen Massen vulkanischer Asche gebildeten Abhängen oder kleinen gelichteten Ebenen, die mitunter Inselchen mitten im Urwalde bilden; sie haben fast durchwegs eine starre Textur, die besonders in trockenem Zustande am Herbarmateriale auffällig ist, ebenso wie die Laubblätter vieler strauchartiger Phanerogamen der »Muvegetation«.

Die epiphytische Vegetation der Gebirgskämme zeichnet sich vor der der Strandgebiete und Pflanzungen durch größeren Artenreichtum aus, ein Umstand, der durch den bedeutenderen Feuchtigkeitsgehalt der Luft, das Haupterfordernis der Epiphytenvegetation erklärt wird. Demnach sind, wie schon erwähnt, die epiphytischen kammbewohnenden Farne im Gegensatze zu denen tiefer liegender Urwaldgebiete, die vollständig windgeschützt sind und wo alles von Feuchtigkeit trieft, zu den Xerophyten zu rechnen. Es sind zum größten Teile Arten von kleinen oder kleinsten Dimensionen, sie sind derb ledrig oder dünn, starr, fast blechartig. Dicke ledrige Blattstruktur und zähe, sehr elastische Wedelstiel- verleihen vielen dieser Baumbewohner eine bedeutende Widerstandskraft gegen die häufig herabe stürzenden Regenmassen und heftigen Stürme.

Hierher gehören:

Davallia contigua Sw., *D. Emmersonii* Hook., *Polypodium tenuisectum* Bl., *P. blechnoides* Hook u. a.

Die elastischen Wedelstiele dieser stets in Büscheln aus den kurzen Rhizomen an meist senkrechten Baumstämmen wachsenden Farne stehen entweder horizontal oder in schwachen Bogen nach abwärts geneigt ab und werden durch die auffallenden Regenmassen herabgedrückt, so daß das Wasser über die glatten Blattflächen leicht abläuft.

Fast verborgen in den üppigen Moospolstern auf den Baumstämmen finden sich hier:

Polypodium cucullatum Nees, *P. decorum* Brack., *P. deltoideophyllum* Bak., *P. blechnoides* Hook. *P. Samoënse* Bak. Außer diesen erscheinen an Bäumen der Kammregion *Davallia solida* Sw., *Nephrolepis ramosa* Moore, *N. cordifolia* Presl und *N. pectinata* Schott, *Acrostichum conforme* Sw., *A. (Hymenolepis) spicatum* L., *Vittaria elongata* Sw.

In großer Menge und in mächtigen Exemplaren bildet *Oleandra neriiformis* Cav. in ziemlicher Höhe ober dem Erdboden an senkrechten Baumstämmen dichte Nester. Diese bestehen aus den vielfach den Baum umschlingenden, dicht mit braunen anliegenden Spreuschuppen bedeckten Rhizomen von Federkieldicke, die an den Sproßenden quirlartige Büschel von linealen ungeteilten Wedeln tragen. Die vielfach ineinander und um die Baumstämme wachsenden langen Rhizome geben der Humus bildung reichlich Stütze und Gelegenheit zur Anhäufung und dadurch anderen Epiphyten Raum zur Ansiedlung.

Bei weitem der größte Teil der Farnpflanzen Samoas hat hydrophilen Charakter und bewohnt die ausgedehnten Urwälder, die die Inseln mit Ausnahme der rezenten Lavaströme und der Pflanzungen bedecken.

Dort, wo in früheren Jahrzehnten der Urwald schon einmal gerodet worden ist, entsteht, sobald der Boden sich selbst überlassen bleibt, ein sogenannter sekundärer Wald, der sich von dem primären Urwald, durch geringere Üppigkeit und Artenzahl, weniger mächtige Entwicklung seiner Bäume unterscheidet sowie auch durch eine geringere Anzahl von Epiphyten. Je höher man von der Küste aus aufsteigt, desto dichter wird in den samoanischen Bergen der Urwald, desto größer die Anzahl der Pteridophyten.

Die größte Pracht und Mannigfaltigkeit zeigt sich in der Region, die fast beständig von dichten Regenwolken bedeckt ist, etwa von 500 *m* Seehöhe nach aufwärts, und wo die Pteridophyten in Gestalt von Baumfarnen, kleinen Erdfarnen und zahlreichen Epiphyten tonangebend für den Charakter des Waldes wird.[1]

Für die Üppigkeit der Farnvegetation sprechen die Dimensionen, welche viele Farne dort erreichen. Baumfarne mit schlankem Stamme von 10 bis 15 *m* Höhe sind keine Seltenheit, doch bilden nicht, wie Reinecke angibt, 12 Farnarten wirkliche Stämme, sondern nur 9 Arten. Von den in der Einleitung zu Reinecke's Flora der Samoainseln in Engler's, Bot. Jahrb.. 22. Band (1897), p. 333 ff., als Baumfarne angeführten Arten sind zu streichen:

Davalia Moluccana, welche, wie Reinecke selbst p. 340, l. c. angibt, nur 1 bis 2 *m* hoch wird, ferner *Pteris patens*, zwar einer der größten erdbewohnenden Farne, aber entschieden nicht unter die stammbildenden zu rechnen.

Dasselbe gilt von *Aspidium setigerum*. *A. davallioides* endlich klettert mit seinen fingerdicken, viele Meter langen Rhizomen hoch auf Bäume, bildet aber keinen ohne Stütze selbständig wachsenden Stamm.

Es verbleiben also an Baumfarnen:

Alsophila truncata Br.
Hemitelia Samoensis Chr.
Cyathea propinqua Mett.
Dicksonia Brackenridgei Mett.
Hypolepis aspidioides Christ.
Aspidium chrysotrichum Bak.
Aspidium Leuzeanum Kunze var. *alsophiloides* Christ.
Athyrium oosorum Bak.
Todea Fraseri Hook. var. *Wilkesiana* (Brack.),

Große Erdfarne, ohne deutlich ausgesprochenen Stamm, die aber mit ihren großen Wedeln Manneshöhe und auch die doppelte Höhe erreichen, sind:

Asplenium (Diplazium) silvaticum Presl.
» » *latifolium* Don.
» » *membranaceum* Mett.
Aspidium (Lastrea) setigerum Bl.
» *(Sagenia) latifolium* J. Sm.
» » *decurrens* Presl.
» » *pachyphyllum* Kze.
Davallia Speluncae Luerss.
Pteris patens Hook.
» *incisa* Thunbg.
» *Wallichiana* Agh.
Blechnum orientate L.
Acrostichum aureum L.
Angiopteris erecta Hoffm.

Asplenium silvaticum, A. latifolium, A. membranaceum, Aspidium latifolium, A. decurrens, A. pachyphyllum bevorzugen die Ufer von Flußläufen in tief eingeschnittenen schattigen Tälern.

---

[1] Vergleiche die Abbildungen eines samoanischen Farnwaldes auf dem Berge Lanutoo, (K. Rechinger), Samoa, in Karsten und Schenck, Vegetationsbilder, 6. Reihe, Heft 1, Tafel 3).

Von der großen Anzahl der übrigen Erdfarne, welche die feuchten schattigen Wälder bewohnen, zeichnen sich die Gruppe der *Lindsaya*-Arten aus, die eine ziemliche Ähnlichkeit miteinander haben: dunkelgrün, niedrig, höchstens zirka 60 *cm* hoch, auf schwerem lehmigem Boden im tiefen Waldesschatten unmittelbar unter der Kammregion. *Lindsaya triquetra* Christ, *L. lobata* Poir., *L. ensifolia* Sw. mit dem habituell sehr ähnlichen *Acrostichum (Polybotrya) Wilkesianum* Hook., letzteres mit weit umherkriechendem Rhizom, an dem die Wedel einzeln entspringen, gehören in diese Gruppe. Mit diesen findet sich häufig vergesellschaftet *Trichomanes javanicum* Bl.

Durch regelmäßige Brutknospenbildung an den Wedeln sind ausgezeichnet:

Asplenium anisodontum Presl, *A. decussatum* Sw., *A. silvaticum* Presl und *A. Fidjiense* Brack., letzteres kommt auch an Bäumen vor, ferner *Acrostichum repandum* Bl.

An vegetations- und humusreichen Stellen der höheren Bergregion an lichteren Waldstellen kommen mit zahllosen krautigen saftreichen Phanerogamen wie *Elatostema*- und *Cyrtandra*-Art vermischt vor.

Acrostichum repandum Bl., *Gymnogramme javanica* Bl., *Botrychium daucifolium* Wall., *Asplenium Fidjiense* Brack., letzteres auch auf Bäumen. Manche dieser eben genannten Farne erinnern in ihrem Blattzuschnitt, durch ihr üppiges Grün und ihr massenhaftes Vorkommen an bestimmte Umbelliferen unserer subalpinen Alpenwälder.

Einen besonderen Typus bilden mehrere erdbewohnende *Trichomanes* mit zahlreichen büschelig gestellten, steif aufrechten Wedeln auf starren drahtartigen Wedelstielen von ziemlich derber widerstandsfähiger Blattstruktur, welche ihnen eine längere Dauer verleiht. Dennoch ist die Wedelsubstanz oft bis auf die Blattnerven korrodiert oder die ganzen Wedel sind dicht mit epiphytischen kleinen Lebermoosarten bedeckt. Stets finden sich diese Farne in Gruppen, bevorzugen schweren lehmigen Boden und kommen nur in der Bergregion unmittelbar unter den Gebirgskämmen vor, etwa an ähnlichen Stellen wie die *Lindsaya*-Arten.

Diese Spezies sind:

Trichomanes maximum Bl., *T. ericoides* Hedw., *T. rigidum* Sw. und ganz besonders *T. Javanicum* Bl.

Obwohl von unscheinbarem niedrigen Wuchs und daher wenig auffallend, soll ein Farn nicht unerwähnt bleiben, der auf den Samoainseln wie auf vielen anderen pazifischen Inselgruppen häufig ist, nämlich *Pteris ensiformis* Burm., an Weg- und Straßenrändern, in Gräben der Pflanzungen, an Wegabhängen und Straßeneinschnitten, aber stets im tiefen Schatten, der beispielsweise unter den oft angepflanzten riesigen Mangobäumen *(Mangifera indica)* ungemein häufig ist, aber nie weit entfernt von der Küste und auch nicht im primären Urwald vorkommt.

Einen sehr auffallenden Typus, der in Samoa nur durch zwei Repräsentanten vertreten ist, stellen die Kletterfarne dar, und zwar sind dies Kletterer mit kurzen Dornen ausgerüstet, wie *Dicksonia moluccana* Bl., oder ohne diese, *Hypolepis tenuifolia* Bernh., beide von großer habitueller Ähnlichkeit. Im Buschwerk an halbschattigen Stellen, an Urwaldrändern finden sich, 4 bis 8 *m* hoch kletternd, diese beiden. Die Pflanze wurzelt stets im Boden, hat also keine kletternden Rhizome.

Von anderen Kletterfarnen mit windenden oder rankenden Wedelspindeln, die beispielsweise in Neuguinea oder auf den Salomonsinseln ungemein häufig sind *(Lygodium*-Arten), wurden auf Samoa bisher keine nachgewiesen.

Wohl mehr den baumbewohnenden als den terrestren Pteridophyten sind *Acrostichum (Leptochilus) lomarioides* Bl., *A. (Stenochlaena) sorbifolium* L. und *Asplenium multilineatum* Hook., die untereinander eine bedeutende Ähnlichkeit haben, zuzuzählen. Hierher ist noch das in Samoa an Waldesrändern, lichteren Waldstellen in höheren Lagen sehr häufige *Aspidium davallioides* Brack. zu ziehen. (Vgl. Abbildung auf Tafel III unten.)

Wenn diese vier Arten unter den Erdbewohnern aufgezählt werden, so geschieht es darum, weil sie den Ausgangspunkt ihrer Entwicklung auf dem Erdboden, zum Beispiel auf moosbewachsenen Steinen, nehmen und hier mit dünnen Rhizomen unter Bildung verhältnismäßig kleiner und mehrfach geteilter Wedel so lange weiter kriechen, bis sie einen Baum finden, an dem sie emporstreben, dort rasch erstarken, große, einfacher gefiederte Wedel bilden und erst dann, wenn sie den Wipfel des Baumes oder eine der Luft und dem Licht zugängliche Stelle erreicht haben, fertile Wedel entwickeln.

Am ausgesprochensten ist dieser Blattdimorphismus bei *Acrostichum sorbifolium* und *Asplenium multilineatum*; die vielfach zerteilten und gefiederten Wedel von zarter, dünner Struktur überraschen durch ihre Zugehörigkeit an demselben Rhizom, das, an den Baumstämmen emporkletternd, nur einfach gefiederte, ziemlich derbe, sterile Wedel entwickelt und fertile, schmallineale über und über mit Sori bedeckt.

Die Gattung *Adiantum* findet sich nur in zwei Arten *A. lunulatum* Burm. und *A. diaphanum* Bl., die sich ziemlich ähnlich sind und an Flußläufen zwischen Steinen oder an beschatteten Felswänden, Erdbrüchen, auch an überhängenden Uferstellen der Meeresküste kleine Bestände bilden.

Tonangebend in der Vegetation des Küstenwaldes bis in die höhere Bergregion ist *Asplenium Nidus* L., sowohl durch die bedeutenden Dimensionen, seine Wedel erreichen bis 3 *m* Länge, sowie durch seine Häufigkeit. Sein Vorkommen beschränkt sich nicht nur auf die Urwaldbäume, sondern es geschieht häufig, daß ein Baum unter der Last der Epiphyten zusammenbricht oder daß die *Nidus*-Pflanzen von Sturm und Regen von ihrem luftigen Wohnort herabgeschleudert werden und dann auf dem Urwaldboden, nachdem sie Wurzel gefaßt haben, kräftig weiter wachsen. Die wichtigste Bedingung für ihr Fortkommen auf der Erde ist der Zutritt von etwas Luft und Licht. Im dichten Urwald vermögen sie, aus der Höhe der Bäume herabgeschleudert, auf dem Boden nicht weiter zu wachsen. Keimpflanzen von *A. Nidus* finden sich wohl auch an beschatteten Erdabhängen, doch scheint es mir, daß sie dort niemals zur weiteren Entwicklung gelangen.

Die Zahl der epiphytischen Farne in den feuchten dichten Wäldern ist sehr bedeutend und es mögen aus ihnen folgende Gruppen herausgehoben werden:

Bezeichnend für die höher gelegenen Urwälder sind vor allem in großer Individuenanzahl an den Baumstämmen, einen Wedel dicht über den anderen gestellt, die dunkelgrünen, zarten, durchsichtigen *Hymenophyllum*-Arten, die, mit drahtartigen dünnen Rhizomen sich an die Baumrinde klammernd, hin- und herklettern, mit vertikal abstehenden Wedelstielen und nach abwärts gebogener Wedelspitze. Die Spreiten sind stets mehrfach gefiedert und gewöhnlich funkeln an jeder Fiederspitze Wassertropfen, da die Luft selbst, wenn es nicht regnet, von Wasserdämpfen gesättigt ist. Die überaus zarte Struktur dieser massenhaft vorkommenden Farnwedel erweckt den Eindruck eines grünen Spitzen- oder Schleiergewebes zwischen den Zweigen und um die Stämme, zusammen mit einigen lang herabwallenden Laub- und Lebermoosarten. Die zauberhafte Wirkung dieses grünen Schleiers wird noch durch tausende darin zitternde Wassertropfen erhöht.

An dieser Massenvegetation beteiligen sich vorwiegend:

Hymenophyllum polyanthos Sw., *H. dilatatum* Sw. und *H. flabellatum* Labill. Wie die kammbewohnenden Farnepiphyten von derber ledriger Wedelstruktur, haben auch diese zarten Hymenophyllen eine zwar dünne, aber sehr elastische Rhachis, die vermöge ihrer großen Elastizität trotz der jäh herabfallenden Regenmassen vor dem Abbrechen geschützt ist. Die Wedelspreite, nicht dicker wie dünnes Papier, ist vielfach geteilt und imstande, den Regentropfen leicht nachzugeben, und durch die Zerteilung in Lappen und Zacken in der Lage, das auf ihr angesammelte Wasser rasch zur Verdunstung zu bringen.

Als tonangebende Pflanzen finden sich in der höheren Bergregion von etwa 400 *m* Seehöhe nach aufwärts an schwachen Bäumen, dieselben mit den vielen meterlangen dünnen Rhizomen oft in regelmäßigen Spiralen umwindend *Acrostichum (Stenochlaena) scandens* und *A. sorbifolium*. Die einzelnen Wedel sind durch deutliche lange Intervalle getrennt. Man kann ganze Bestände von *Eugenia*, *Myristica*

beobachten, in denen fast jeder Baum von solchen Farnrhizomen bis zu einer bedeutenden Höhe spiralig umwickelt ist.

Auf schief abstehenden Baumästen oder in Astgabelungen wächst als häufiger Waldepiphyt derselben Region, wie die beiden vorigen *Polypodium subauriculatum* Bl. Es bildet mit seinen im Bogen herabhängenden 2 bis 3 *m* langen Wedeln oft in Begleitung von *Asplenium Nidus* L., große Massen wie Federbüsche, die eine besondere Zierde des Urwaldes bilden (siehe Rechinger, Samoa in Karsten und Schenck, Vegetationsbilder, 6. Reihe, Heft 1, Tafel 4).

In den Wipfeln der höchsten Bäume, dem vollen Licht und der bewegten Luft ausgesetzt, bildet *Polypodium (Drynaria) rigidulum* Sw. nest- oder blumenkorbähnliche Geflechte von 2 bis 4 *m* Durchmesser, indem sich die Rhizome dieses Farnes ineinanderschlingen, zahlreiche, bald braun werdende Nischenblätter und dazwischen steif aufrechte assimilierende und fertile Wedel entwickeln und in diesem Geflechte Humus und Feuchtigkeit ansammeln und speichern. Häufig siedeln sich in diesen natürlichen »Körben« andere Epiphyten, hauptsächlich Farne, zum Beispiel *Polypodium subauriculatum*, mit lang herabhängenden Wedeln an. Heftige Stürme oder das zugroße Gewicht stürzen hin und wieder solche »Körbe« herab.

In der unteren und mittleren Waldregion gehören zu den häufigsten Epiphyten einige Arten der umfangreichen Gattung *Asplenium*, welche alle durch Ähnlichkeit ihres Wuchses und Vorkommens an Bäumen eine pflanzenphysiognomisch ausgeprägte Gruppe bilden:

Asplenium multifidum Brack., *A. erectum* Bory, *A. laserpitiifolium* Lam. Diese entwickeln mit ihren vielfach zerteilten, in Büscheln aus kurzen Rhizomen wachsenden Wedeln, oft von ansehnlicher Größe, anmutig gekrümte Bögen. Sehr selten kommen sie auf dem Erdboden vor und gedeihen dort nur kümmerlich.

In der Küstenregion wie auch weiter hinauf im Bergwald wächst an dünnen Baumstämmen die zierliche *Nephrolepis altescandens*, mit dünnen, drahtähnlichen Rhizomen emporkletternd.

In zarten, lang von Zweig zu Zweig herabhängenden Girlanden bietet *Davallia heterophylla* Sm. dem Beschauer ein anmutiges Bild, das noch erhöht wird durch die bald ganzrandigen, bald mannigfach ausgerandeten Wedel. Die Verbreitung dieses Farnes reicht von der Küstenregion bis auf das Kammgebiet.

Im tiefen Urwalde, an die Stämme der Bäume flach angepreßt, in Gesellschaft von Laub- und Lebermoosen zeigt sich *Trichomanes peltatum* Baker, die einzige auf Samoa vorkommende Art dieser Gattung mit zentral an den rundlichen kleinen schildförmigen Wedel angewachsenen kurzen Wedelstiel.

In dichten Rasen beisammen, mit haardünnem schwarzen Rhizom auf kurze Strecken kriechend, bekleiden *Trichomanes muscoides, T. parvulum* Poiret und *T. humile* Forst., wie in die Polster aus Laub- und Lebermoosen eingewebt, die Baum- oder Farnstämme. Die schwarzgrüne Farbe ihrer Wedel in lebendem Zustande sowie ihre kleinen Dimensionen sind die Ursache, daß sie in den Moospolstern sehr leicht zu übersehen sind.

Gewissermaßen die niederste Stufe der Farne bilden die beiden in Samoa nicht seltenen *Trichomanes digitatum* Sw. und *T. Powelli* Baker. Ihre kleinen Wedel gleichen in ihren Umrissen manchen Lebermoosen, zum Beispiel *Dumortiera*-Arten, doch stehen sie nicht wie die von *T. peltatum*, aufrecht oder schief je nach der Lichtlage ihres Substrates, von den Stämmen der Waldbäume in der Regenzone ab und haben einen deutlichen Mittelnerven. Auch diese beiden Arten wachsen wie die zuvor genannten drei *Trichomanes*-Arten meist ganz verfilzt in Laub- und Lebermoospolstern.

Hymenophyllaceae Bory.

Hymenophyllum Smith.

Hymenophyllum polyanthos Sw., in Schrad., Journal, 1800, p. 102 (1801). — Luerssen, Fil. Graeff., p. 246. — Luerssen, Sam., p. 348. — Christ in Rein., Sam., p. 337. — Christ, Farnkräuter, p. 16.[1]

Insel Upolu. Gipfelregion ober Utumapu. An Bäumen, zirka 400 *m* s. m. Nr. 596, 600.

Hymenophyllum flabellatum Labill., Novae Holland. plant. spec., Vol. II, p. 101, tab. 250, Fig. 1 (1806). — Christ in Rein., Sam., p. 337. — Christ, Farnkräuter, p. 17.

Fig. 1.



Insel Upolu. An Baumstämmen der Gipfelregion, zirka 500 *m* s. m. Nr. 722.

Hymenophyllum dilatatum (Forst.) Sw., in Schrad., Journal, Jahrg. 1800, p. 100 (1801). — Luerssen, Fil. Graeff., p. 245. — Luerssen, Sam., p. 348. — Christ in Rein., Sam., p. 337. — Christ, Farnkräuter, p. 17.

Insel Savaii. Tiefe Wälder auf dem Berge Maungaafi im Zentralgebiet der Insel. An Bäumen, zirka 1000 bis 1200 *m* s. m. Nr. 633.

Insel Upolu. Berg Lanutoo. An Baumstämmen in großer Menge, zirka 500 *m* s. m. Nr. 153, 1925. — In tiefen Wäldern bei Tiavi, zirka 500 *m* s. m. An Bäumen. Nr. 450, 1335, 1284, 1303.

---

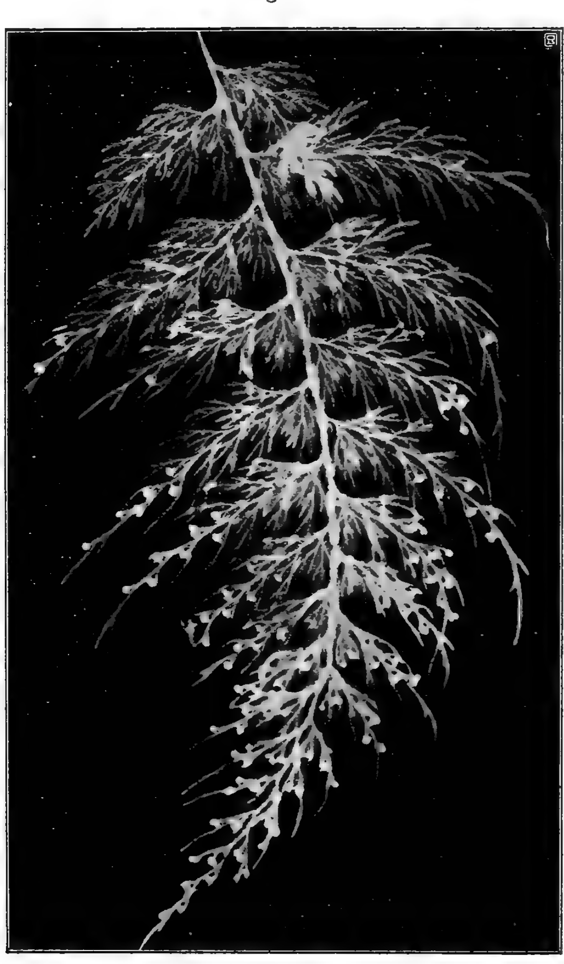
[1] Vergleiche Giesenhagen, Die Hymenophyllaceen, in Flora, Vol. 73, p. 411 ff. (1890).

In der höheren Bergregion von etwa 500 bis 1200 *m* über dem Meere einer der häufigsten baumbewohnenden Farne aus der Gruppe der Hymenophyllaceen, aber nur an den schattigsten und feuchtesten Stellen, stets vollkommen vor dem austrocknenden Einflusse des Windes geschützt.

Vor der zerstörenden Wirkung der zeitweise in diesen Regionen niedergehenden heftigen Regengüsse, die die Wedel des fast wagrecht von den Stämmen der Bäume abstehenden Farnes wegen ihrer Zartheit und Größe (bis 4 *dm* lang) leicht abbrechen oder zerreißen könnten, sind sie durch die große Elastizität ihrer dünnen drahtartigen Wedelstiele geschützt, die eine bestimmte Krümmung mit dem Radius gegen ihr Substrat zu stets beibehalten; auch die Wedelspreite nimmt an dieser Krümmung teil. Selbst jahrelanges Liegen in Herbarien nimmt dieser Pflanze nicht die Elastizität. Im Herbar des Wiener



Fig. 2.



Hofmuseums erliegen vor 80 Jahren in den Tropen gesammelte Exemplare, die noch dieselbe flachkonkave Gestalt der Wedel und Elastizität der Rhachis beibehalten haben.

Die konvexe Seite der flach gewölbten Wedel ist natürlich nach oben zu gegen die Einfallsrichtung des Regens gestellt.

Auch an kleineren Arten der Gattung *Hymenophyllum*, weniger bei *Trichomanes*, ist diese Erscheinung wahrzunehmen.

Bei Nr. 1303 von der Insel Upolu, Urwald von Tiavi, ist eine einseitige Verlängerung der Fiederabschnitte einer Wedelseite sehr deutlich ausgeprägt. Die Wedel waren alle schief gegen den Horizont geneigt und unter dem Einflusse der Schwerkraft und hauptsächlich der stets reichlich auf den Wedelfiedern kondensierten Wassertropfen entstanden langgezogene Träufelspitzen bis zu 5 *cm* Länge, welche die beigegebene Abbildung veranschaulicht. Ein spezifisches Merkmal ist diese Verlängerung der Blattenden gewiß nicht. Textabbildung Fig. 1. Figur 2 stellt einen normalen Wedel derselben Art dar.

Hymenophyllum praetervisum Christ, in Rein., Sam., in Engl. Bot. Jahrb., Vol. 23 (1896), p. 338. — Christ, Farnkräuter, p. 21, Fig. 26.

Syn. *Trichomanes denticulatum* Baker, Syn. Fil., p. 82 (1867). — Luerssen, Sam., p. 349. — Luerssen, Sam., p. 246, als *H. tunbridgense* Sm.

Insel Upolu. Kammgebiet des Kraters Lanutoo. Bildet dichte Rasen an Baumstämmen und Farnstämmen, zirka 500 *m* s. m. Nr. 152, 1924.

Hymenophyllum fucoides Sw., in Schrad., Journal, 1800, p. 99 (1801). — Hook. et Bak., Syn. filic., p. 69. — Christ in Rein., Sam., p. 337. — Christ, Farnkräuter, p. 22.

Insel Savaii. Zentralgebiet auf dem Berge Maungaafi. An Bäumen, zirka 1300 *m* s. m. Nr. 1727, 1052, 656.

H. multifidum (Fürst) Sw., in Schrad., Journal, 1800, p. 102 (1801). — Luerssen, Fil. Graeff., p. 246. — Luerssen, Sam., p. 349 (als *H. Feejense* Brack.). — Christ in Rein., Sam., p. 337. — Christ, Farnkräuter, p. 22.

Insel Upolu. Im Urwalde ober Utumapu. An Baumstämmen der Kammregion. Nr. 585.

Insel Savaii. Berg Maungaafi. An Baumstämmen, zirka 1300 *m* s. m. Nr. 1094.

Trichomanes Smith.

Trichomanes peltatum Baker, in Journ. of Linn. Soc., Vol. 9, p. 336, tab. 8, Fig. *C* (1866). — Hook. et Bak., Syn. Filic., p. 73. — Luerssen, Fil. Graeff., p. 237. — Luerssen, Sam., p. 349. — Christ in Rein., Sam., p. 337. — Christ, Farnkräuter, p. 24.

Insel Upolu. An Baumstämmen im Urwalde des Kammgebietes ober Utumapu, mit der Rinde fest aufliegender Spreite steril. Nr. 1468. Zirka 500 *m* s. m. Selten.

Verbreitung: Neuguinea, Samoa, Viti, Neucaledonien, Palauinseln (Westcarolinen).

Trichomanes muscoides Sw., in Schrad., Journal, 1801, p. 95 (1800). — Luerssen, Fil. Graeff., p. 238. — Luerssen, Sam., p. 350. — Beddome, Ferns Brit. India and Ceylon, p. 38. — Christ in Rein., Sam., p. 337. — Christ, Farnkräuter, p. 26.

Insel Upolu. Im Urwald von Tiavi. An Farnstämmen dicht beisammen. Nr. 1295, 1283. — Im Kammgebiete des Berges Lanutoo, zirka 500 *m* s. m. Nr. 155, 745. — An Bäumen bei Tiavi mit *Davallia heterophylla*. Nr. 354. — Bekleidet mit anderen Trichomanes-Arten, besondes *Tr. parvulum* Poir., mit Laub- und Lebermoosen gemeinsam ganze Stämme vorwiegend von Baumfarnen, nur im Kammgebiet.

Trichomanes parvulum Poiret, Encycl., Vol. 8, p. 64 (1808). — Luerssen, Fil. Graeff., p. 239. — Luerssen, Sam., p. 350. — Beddome, Ferns of Brit. India and Ceylon, p. 38, tab. 18. — Christ in Rein., Sam., p. 337. — Christ, Farnkräuter, p. 27.

Insel Upolu. An Farnstämmen auf dem Lanutoo, zirka 500 *m* s. m. Nr. 740, 167, 1852.

Trichomanes digitatum Sw., Syn., p. 370, 422 (1806). — Luerssen, Fil. Graeff., p. 239. — Luerssen, Sam., p. 350. — Christ in Rein., Sam., p. 336. — Christ, Farnkräuter, p. 27. — Beddome, Ferns of Brit. India, p. 39, tab. 19.

Insel Upolu. Bedeckt auf dem Berge Lanutoo, zirka 500 *m* s. m., in Rasen zusammen mit Moosen Baumstämme. Nr. 165.

Trichomanes Powellii Baker, in Hook. et Bak., Syn. Filic., p. 76 (1868). — Hook., Icon. Plant., III. Ser., Vol. VII, Pl. 1615 (1886—1887). — Luerssen, Sam., p. 350. — Luerssen, Fil. Graeff., p. 239. — Christ in Rein., Sam., p. 336, als Var. *Powellii* (Bak.).

Insel Upolu. Berg Lanutoo, zirka 500 *m* s. m. Bedeckt in ganzen Rasen zusammen mit verschiedenen Lebermoosen und anderen kleinen Trichomanes-Arten Farnstämme. Nr. 3379.

Diese Art mit *Tr. digitatum* Sw. zu vereinen, halte ich nicht für angebracht, da es davon ganz gut zu unterscheiden ist. Für eine Jugendform, wie Luerssen und Christ wollen, kann ich es nicht betrachten, da es mir in reichlichen Exemplaren und gut fruktifizierend vorliegt; überdies habe ich *Tr. digitatum* Sw. an einem anderen Baumstamme an derselben Lokalität unter denselben Lebensbedingungen gefunden, was ausschließt, daß *Tr. Powellii* nur eine Standortsform wäre. Auch halte ich die Länge der Wedelstiele für ein gutes Merkmal, wenigstens hat die bei weitem größte Anzahl von *Tr. digitatum* an zahlreichen untersuchten Exemplaren einen viel längeren Wedelstiel hingegen *Tr. Powellii* stets fast sitzende Wedel.

Die Trichomanes-Arten *Tr. Powellii, digitatum, parvulum, muscoides, Naumannii* bilden stets in einer großen Anzahl von Individuen dicht gedrängt ganze Rasen, einige von ihnen bevorzugen die Stämme von Farnbäumen als ihnen zusagendes Substrat.

Trichomanes Javanicum Blume, Enumer, p. 224 (1828). — Luerssen, Fil. Graeff., p. 242. — Luerssen, Sam., p. 350. — Christ in Rein., Sam., p. 335. — Christ, Farnkräuter, p. 29.

Insel Upolu. Auf dem Erdboden im Schatten des Waldes ober Utumapu. Nr. 590, 1464. In Gesellschaft von *Lindsaya lobata* Sw.

Insel Savaii. In tiefen Wäldern bei Patamea. Nr. 1143.

Am häufigsten in der Bergregion, 200 bis 500 *m* s. m., wächst nur auf dem Erdboden, hat ein sehr geringes Lichtbedürfnis. Die Wedel sind im Leben dunkelgrün. Auf diesen siedeln sich mitunter, ihre ganze Oberfläche bedeckend, Lebermoose an, so *Hygrolejennea Rechingeri* Steph. (vergleiche den I. Teil der Ergebnisse in diesen Denkschr., p. 98, Nr. 3219). Fig. 3 der folgenden Seite.

Trichomanes apiifolium Presl, Hymenoph., 16, 44 (1843). — Luerssen, Fil Graeff., p. 243. — Luerssen, Sam., p. 351 (als *Tr. unifolium* Bory). — Christ in Rein., Sam., p. 335. — Christ, Farnkräuter, p. 31.

Insel Upolu. An Farnstämmen, seltener an Laubbäumen im Urwalde bei Tiavi. Nr. 1293, 1344. — Bergwälder des Lanutoo. Nr. 158.

Insel Savaii. Berg Maungaafi. An Farnbäumen. Nr. 1605, 1077.

In Samoa sehr verbreitet. Nur an Baumstämmen.

Trichomanes maximum Blume, Enum. Fil. Javan., p. 228 (1828). — Luerssen, Fil. Graeff., p. 244. — Luerssen, Sam., p. 352. — Christ in Rein., Sam., p. 335. — Christ, Farnkräuter, p. 31.

Insel Upolu. In Urwäldern bei Moa-moa. Nr. 42. — In Wäldern bei Tiavi. Nr. 1304. — Ober Utumapu. Im tiefen Schatten auf dem Erdboden. Nr. 583. — Auf dem Berge Lanutoo. Nr. 1466.

Insel Savaii. Auf dem Vulkan Maungaafi. Nr. 638, 1595. — Bei Patamea in tiefen Wäldern. Nr. 1125.

Scheint sowohl als Epiphyt wie auf dem Boden vorzukommen. Sehr verbreitet.

Trichomanes rigidum Sw., Prodrom., p. 137 (1788). — Luerssen, Fil. Graeff., p. 243. — Luerssen, Sam., p. 243. — Christ in Rein., Sam., p. 336. — Christ, Farnkräuter, p. 30.

Insel Upolu. In tiefen schattigen Bergwäldern des Lanutoo. Auf dem Erdboden. Nr. 751. — In Wäldern bei Utumapu. Nr. 979, 962.

Insel Savaii. In tiefen Wäldern in der Nähe der neuen vulkanischen Ausbruchstelle im Zentralgebiet der Insel ober Vaipouli. August 1905. Nr. 3713. — An einem Flußlauf bei Malo, Jugendform. Nr. 121.

Trichomanes ericoides Hedw., in Weber et Mohr, Beitr.. Vol. I, p. 116 (1805). — Luerssen, Fil. Graeff., p. 245. — Luerssen, Sma., p. 352. — Christ in Rein., Sam., p. 335. — Christ, Farnkräuter, p. 31.

Insel Upolu. Bergkamm ober Utumapu. Nr. 986, 951.

Trichomanes humile Forst., Prodrom., p. 84 (1786). — Luerssen, Fil. Graeff., p. 240. — Luerssen, Sam., p. 350. — Christ in Rein., Sam., p. 336.

Insel Savaii. Bei Patamea, in Wäldern. Nr. 1131.

Insel Upolu. Berg Lanutoo, zirka 500 *m* s. m. Auf Farnstämmen kriechend. Nr. 1991.



Fig. 3.



Trichomanes Filicula Bory, Dup., Voyage bot., Vol. I, p. 283 (1828). — Luerssen, Fil. Graeff. p. 241. — Luerssen, Sam., p. 350 (als *Tr. bipunctatum* Poir.). — Christ, Farnkräuter, p. 32. — Christ in Rein., Sam., p. 336 (als *Tr. punctatum* Poir).[1]

Insel Upolu. Kammgebiet des Berges Lanutoo. An Bäumen im Moose kriechend, zirka 500 *m* s. m. Nr. 162, 729. — Papaseea-Wasserfall. An Bäumen. Nr. 1922. — Bergwälder bei Tiavi. An Bäumen, N. 1294. — Kammgebiet ober Utumapu. An Stämmen. Nr. 615.

---

[1] Wahrscheinlich ein Schreibfehler statt *Tr. bipunctatum* Poir.

Insel Savaii. Zentralgebiet. Vulkan Maungaafi. An Baumstämmen, zirka 1000 bis 1200 *m* s. m. Nr. 617, 1939.

Trichomanes tenue Brack., U. S. A. Explor. Exped., Vol. 16, p. 251, tab. 36, Fig. 2 (1854). — Christ in Rein., Sam., p. 336.

Insel Upolu. An Bäumen ober Utumapu. Nr. 1592.

Insel Savaii. Gipfelregion des Berges Maungaafi, bei 1600 *m* s. m. Zwischen Moosen an Baumstämmen. Nr. 1078.

Polypodiaceae Mettenius.

Acrostichum Linné.

Acrostichum (Elaphoglossum) conforme Blume, Flor. Jav. Fil., p. 23, tab. 5 (1828). — Luerssen, Fil. Graeff., p. 64. — Luerssen, Sam., p. 356. — Christ in Rein., Sam., p. 361. — Christ, Farnpflanzen, p. 33.

Insel Upolu. Auf Baumstämmen auf dem Lanutoo. Nr. 1788. — Auf dem Gebirgskamme ober Utumapu. Nr. 1693.

Acrostichum (Stenochlaena) sorbifolium Linné, Spec. plant., p. 1069, Ed. I (1753). — Luerssen, Sam., l. c. p. 358. — Luerssen, Fil. Graeff., p. 71 (sub *Chrysodio*). — Christ in Rein., Sam., p. 361. — Christ, Farnkräuter, p. 39, Abbildung p. 40. — Christ, Filices Borneenses in Ann. jard. bot. de Buitenzorg, Vol. XX, p. 112, unter *Lomariopsis* (1906). — Diels in Engl., Nat. Pflanzenfam., Vol. I, 4, p. 252, Fig. 133.

Insel Upolu. Urwald bei Tiavi. An Bäumen kletternd. Nr. 1274, Nr. 1342. — Tiavi. Auf Felsen auf dem Boden (Jugendform, vgl. Fig. 4 auf p. 30[—.]). — Berg Lanutoo. Fertil auf Bäumen. Nr. 1930. — Ebendort. Auf dem Erdboden in einer Jugendform. Nr. 741. — In Wäldern beim Papaloloa-Wasserfall. Nr. 1573.

Insel Savaii. In tiefen Wäldern auf dem Erdboden im Zentralteil der Insel, in der Nähe der neuen Ausbruchstelle des Vulkans. August 1905. Nr. 1573, 4494.

Häufig in der höheren Waldregion in epiphytischen und terrestren Formen, fertil nur an Bäumen, die vielfach gefiederten und fein zerteilten Formen, wie sie Christ in den Farnkräutern der Erde, p. 40 abbildet, finden sich unter den Nrn. 741, 1573 und 4494 und sind stets auf dem Erdboden erwachsen, die Wedel erheben sich auf zirka 5 *cm* langen Stielen in die Luft und sind manchen *Trichomanes* sehr (ähnlich, einzelne gehen in die Form, wie sie auf dem nebenstehenden Bild zu sehen, über (vgl. Fig. 5, p. 31). An den Stamm der Bäume angepreßte, vielfach gefiederte Wedel, wie sie Karsten als Wasserblätter in den »Morplhoogischen und biologischen Untersuchungen über einige Epiphytenformen der Molukken« in Ann. d. jard. bot. de Buit., Vol. XII, p. 143 ff., auf Tafel 14 abbildet und bespricht (unter *Teratophyllum aculeatum* Mett., var. *inermis* Mett.), konnte ich in Samoa nicht beobachten, da die epiphytischen Exemplare dort stets nur einfach gefiederte Wedel tragen.

Acrostichum (Leptochilus) lomarioides Christ, in Verh. d. Naturw. Gesellsch. Basel, Vol. 11, p. 252 (1895). — Luerssen, Sam., p. 359 (sub *Polybotrya*). — Luerssen, Fil. Graeff., p. 74. — Christ in Rein., Sam., p. 361.

Insel Upolu. Bei Vailima in Urwäldern. An dünnen Bäumen und Ästen emporkletternd. Nr. 1837. — Kammgebiet ober Utumapu. An Bäumen. Nr. 5233.

Rhizom weithin kletternd, fast fingerdick; die Wedel stehen in ziemlicher Entfernung voneinander.

Von *A. sorbifolium* außer durch die anastomosenbildenden Nerven der Fiedern auch noch durch das Fehlen der dreieckig-länglichen, 5 bis 7 *mm* langen, zugespitzten, schwarzbraunen Spreuschuppen an der Basis der Wedelstiele zu unterscheiden. (Abbildung auf Tafel III oben).

Acrostichum (Stenochlaena) scandens Hook., Spec. Filic., Vol. 5, p. 249 (1864). — Luerssen, Fil. Graeff., p. 73 (sub *Chrysodio palustre*). — Christ in Rein., Sam., p. 361. — Christ, Farnkräuter, p. 41. — Underwood, The Gen. Stenochlaena in Bull. Torr. bot. Club, New York, Vol. 33, p. 38. — Beddome Ferns of S. Ind., tab. 201.

Insel Upolu. In feuchten Wäldern bei Moa-moa. An Bäumen. Nr. 40.

Stimmt vollkommen mit Cumming (Philippinen) Nr. 133, 347, ebenso mit Seemann (Fidji) Nr. 710, von Fée als *Stenochlaena scandens* J. Sm. bestimmt.

Acrostichum (Polybotrya) Wilkesianum Brackenridge, Explor. Exped., 16, p. 80, tab. 10 (1854). — Hook. et Bak., Syn., p. 413 (1868). — Christ in Rein., Sam., l. c. p. 361. — Christ, Farnkräuter, p. 43.

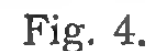


Fig. 4.



Insel Savaii. Im Innern der Insel in tiefen Wäldern in der Nähe der Ausbruchstelle des neuen Kraters. August 1905. Nr. 497. — Zentralgebiet in tiefen Wäldern auf dem Berge Maungaafi, zirka 1000 *m* s. m. Auf Bäumen. Nr. 65, 627.

Mitunter an denselben Stellen wie *Lindsaya triquetra* Christ, mit der eine habituelle Ähnlichkeit vorhanden ist. Doch kriechen die Rhizome von *Polybotrya Wilkesiana* weiter herum und finden sich auch auf Bäumen, während *Lindsaya triquetra* gehäufte Wedeln auf kürzerem Rhizome tragen und nur auf dem Erdboden an tiefschattigen Waldstellen vorkommen.

Acrostichum (Chrysodium) aureum Linné, Spec. pl., ed. I, p. 1069 (1753). — Luerssen, Fil. Graeff., p. 66. — Luerssen, Sam., p. 357. — Christ in Rein., Sam., p. 361. — Christ, Farnkräuter, p. 47.

Insel Upolu. Im Mangrovesumpf bei Mulinuu (Jugendformen). Nr. 916, 1406. — An der Mündung des Flusses Vaisingano. Nr. 1793, 291.

Insel Savaii. Bei Matautu.

Über den ganzen Tropengürtel der Erde verbreitet, nordwärts bis Florida, südlich bis Nordaustralien. Am häufigsten kommt es am Rande von Mangroveformation vor, deren Verbreitungsgebiet es überschreitet; so besiedelt es zum Beispiel in großer Menge die Küstensümpfe von Tahiti, während die Mangroveformation nicht bis zu diesen östlichen Inseln Polynesiens reicht. *A. aureum* bildet stets dichte Bestände und läßt keine anderen Pflanzen darin aufkommen; meist treten diese Bestände als Einfassung der Mangrovesümpfe gegen das Land zu auf, sind aber wenigstens auf den Samoa- und Salomonsinseln stets räumlich von den eigentlichen Mangrovekomponenten getrennt.

Dieser Farn wächst nur im offenen Gelände und auf mit Brackwasser getränktem Boden.



Fig. 5.



Die starren blechartigen Wedel erreichen oft eine Länge von über 3 *m*. Die jungen Pflanzen wachsen im zähen schwarzen Schlamm auf und haben zuerst ungefiederte Wedel welche erst durch eine Reihe von Übergangsformen im Laufe der Entwicklung der Pflanze allmählich in, gefiederte Wedel übergehen.

Bestände von *A. aureum* sind an den Flußmündungen der Samoainseln sehr häufig, besonders ausgedehnte finden sich an den Küsten der Insel Savaii.

Vergleiche die Abbildung eines Bestandes in Karsten und Schenck, Vegetationsbilder, 6. Reihe, Heft 1, Tafel I *A.* — Über die Anatomie dieses Farnes vergleiche Thomas E. N., Some points in the Anatomy of *A. aureum* in New Phytologist, Vol. IV, p. 175 ff. (1905).

Acrostichum repandum Blume, Enum., 104 (1828).

Syn. *Gymnopteris repanda* Christ, Luerssen, Fil. Graeff., p. 68. — Luerssen, Sam., p. 358 (als *Chrysodium cuspidatum* Kuhn). — Christ in Rein., Sam., p. 361. — Christ, Farnkräuter, p. 50.

Insel Upolu. In schattigen Wäldern und feuchten Flußtälern bei Utumapu. Nr. 626. — In tiefen Wäldern bei Laulii. Nr. 783.

Insel Savaii. In schattigen Wäldern ober Aopo bis weit hinauf auf den Berg Maungaafi. Nr. 1064, 1606.

Für tiefe, schattige Waldgründe und Flußläufe sehr bezeichnend, kommt nur im Schatten vor. Viele der Wedel bilden an ihrem Ende Brutknospen, welche sich bald entwickeln und Wurzeln in den Boden treiben.

Vittaria Smith.

Vittaria elongata Sw., Syn., p. 109, 302 (1806). — Luerssen, Fil. Graeff., p. 90 et 94. — Luerssen, Sam., p. 360. — Fée, Mémoire famil. Foug., III. — Natürl. Pflanzenfam., I, 4, p. 298, Fig. 157. — Christ in Rein., Sam., p. 360. — Christ, Farnkräuter, p. 53.

Insel Upolu. Vaiaberg (Apiaberg). An Bäumen, zirka 300 *m* s. m. Nr. 109. — Bei Vailima. Auf den Ästen hoher Bäume mit Dendrobien zusammenwachsend, zirka 200 *m* s. m. Nr. 5238. — Auf dem Berge Lanutoo, zirka 500 *m* s. m. Nr. 1828. — Im Urwalde von Tiavi. An Bäumen, zirka 400 *m* s. m. Nr. 1314, 422.

Insel Savaii. Vulkan Maungaafi, 1000 bis 1500 *m* s. m. An Bäumen. Nr. 1987.

Die Basis der Wedel sowie das kurze Rhizom sind stets mit einem Pelz haardünner, glänzend schwarzer Spreuschuppen bedeckt. Diese Art hat xerophilen Habitus, die dickledrigen Wedel rollen sich bei längerer Trockenheit ein und vermögen bei zunehmender von Feuchtigkeit sich sofort wieder mit Wasser zu versorgen. Die Wedel hängen stets in Büscheln herab.

Vittaria scolopendrina Thwaites, Enum. plant. Zeylan., p. 381 (1864). — Luerssen, Fil. Graeff., p. 87 und 95. — Luerssen, Sam., p. 360. — Christ in Rein., Sam., p. 360. — Christ, Farnkräuter, p. 54.

Insel Upolu. Berg Lanutoo. Von Bäumen herabhängend. Nr. 1956.

Monogramme Schkuhr.

Monogramme paradoxa (Fée) Beddome, Ferns of Brit. Ind., Suppl., p. 24 (1876). — Luerssen Fil. Graeff., p. 75. — Luerssen, Sam., p. 359 (als *Vaginularia Junghuhnii* Mett.). — Christ in Rein., Sam., p. 359. — Christ, Farnkräuter, p. 54.

Insel Upolu. Häufig an Bäumen, auch auf dem Erdboden.

Antrophyum Kaulf.

Antrophyum plantagineum (Cavau), Kaulf., Enum,, p. 197 (1824). — Luerssen, Fil. Graeff., p. 97. — Luerssen, Sam., p. 361. — Christ in Rein., Sam., p. 360. — Christ, Farnkräuter, p. 57.

Var. *angustatum* (Brack.) Luerssen.

Insel Upolu. An Bäumen bei Motootua in großer Menge. Nr. 373 und 866. — Berg Lanutoo. In der unteren Bergregion. Nr. 733. — Wälder und Waldränder bei Tiavi. Nr. 1275.

Während der trockeneren Jahreszeit hängen die pergamentartigen, in Büschel stehenden Wedel schlaff von den Bäumen, saugen sich aber bei Regen sofort wieder voll.

Abbildung Tafel II unten.

Antrophyum reticulatum Kaulf., Enum., p. 198 (1824). — Luerssen, Fil. Graeff., p. 98. — Luerssen, Sam., p. 361. — Christ in Rein., Sam., p. 360. — Christ, Farnkräuter p. 57.

Insel Upolu. Bei Laulii. Nr. 5235. — Bei Harman's Pflanzung im Zentralteil der Insel. Nr. 1436.

Von der Küste über die untere bis in die höhere Bergregion häufig (bis zirka 500 *m*) nur an dünneren Stämmen von Bäumen, meistens in einer beträchtlichen Entfernung vom Erdboden derart von den rostbraun behaarten Haftwurzeln befestigt, daß sowohl die Wurzeln wie die Wedel den Stamm rings umgeben; die letzteren bilden eine Art Trichter und Sammelgefäß für das längs des Stammes herabrieselnde Regenwasser wie für Blattreste, Leichen kleiner Insekten etc. Auch diese Art ist wie die vorige Art befähigt, Perioden von Trockenheit zu überdauern. Während meines Aufenthaltes im Jahre 1905 fiel in der Umgegend von Apia (Malifa) in der Zeit von Mai bis Juni einmal durch drei Wochen kein Tropfen Regen. Die Exemplare von *A. reticulatum* waren vollkommen trocken und dürr, aber schon nach einem kurzen Regen hatten sie sich vollkommen erholt.

Gymnogramme Desv.

Gymnogramme Javanica Blume, Enum. plant. Javan., fasc. 2, p. 112 (1828). — Christ in Rein., Sam., p. 360. — Christ, Farnkräuter, p. 63.

Insel Savaii. In schattigen tiefen Wäldern mit sehr üppigem Niederwuchs am Wege von Aopo auf den Maungaafi (Zentralgebiet), zirka 1000 *m* s. m. Nr. 629, 1596.

Insel Upolu. Kammgebiet des Berges Lanutoo, zirka 700 *m* s. m. Im tiefen Wald. Nr. 714.

Loxogramme Presl.

Loxogramme lanceolata Presl, Tentamen Pterid., p. 215, tab. IX, Fig. 8 (1836).

Syn. *Polypodium Loxogramme* Mett., Pol. 112, Nr. 216, tab. 3, Fig. 25 (1857). — Luerssen, Sam., l. c. p. 364. — Luerssen, Fil. Graeff., p. 105. — Christ in Rein, Sam., p. 359. — Christ, Farnkräuter, p. 107.

Insel Upolu. Auf Waldbäumen auf dem Berge Lanutoo. Nr. 1901. — Im Kammgebiete bei Tiavi. Nr. 1285, 394. Zirka 500 bis 700 *m*.

Insel Savaii. In tiefen Wäldern auf Bäumen auf dem Maungaafi. Nr. 11. — In der höchsten Gipfelregion des Maungaafi, zirka 1500 *m* s. m. Nr. 1594.

Kommt niemals im Küstengebiet, sondern nur in Höhen von ungefähr 500 *m* an nach aufwärts vor.

In der Gestalt der Wedel dem *Anthrophyum plantagineum* Kaulf., *var. angustatum* (Brack.) Luerssen ähnlich, ebenso durch die braunfilzigen Wurzeln und das epiphitysche Vorkommen. Doch vermag das letztere, da es nur in der Küstenregion und im tiefer liegenden »sekundären Wald« vorkommt, Perioden von längerer Trockenheit zu ertragen, während *Loxogramme lanceolata* gegen Trockenheit sehr empfindlich zu sein scheint. Steigt bis in die höchsten Bergregionen, so Nr. 1594 vom Maungaafi. Die Wedel sind nur 15 *cm* lang und 1 *cm* breit, die Konsistenz derb ledrig.

Polypodium Linné.

Polypodium cucullatum Nees et Blume, Nova Acta, Vol. 11, p. 121, tab. 12, fig. 3 (1823). — Luerssen, Fil. Graeff., p. 102. — Luerssen, Sam., p. 362. — Christ in Rein., Sam., p. 358. — Christ, Farnkräuter, p. 80.

Insel Upolu. An Baumstämmen auf dem Berge Lanutoo. Nr. 4493. — Da die Exemplare unvollständig sind, ist die Bestimmung zweifelhaft.

Polypodium decorum Brack., Explor. Exped., Vol. 16, p. 7, tab. 2, fig. 2 (1854). — Luerssen, Fil. Graeff., p. 101. — Lurssen, Sam., p. 362 (*P. nutans* Bl. pro parte). — Christ in Rein., Sam., p. 358. — Christ, Farnkräuter, p. 85.

Insel Upolu. Gebirgskamm ober Utumapu. In lichten Wäldern mit Moosen an Stämmen, zirka 450 *m* s. m. Nr. 587, 588.

In Gesellschaft von *Davallia (Prosaptia) Reineckei* Christ, *D. contigua* Sw. und *D. Emersonii,* mit denen es im Habitus wie in der Starrheit seiner Wedel und Elastizität seiner Stipites eine ziemliche Ähnlichkeit hat.

Polypodium (Eupolypodium) deltoideophyllum Bak., in Journ. of Bot., Vol. 14, p. 345 (1876). — Bak., Summary of New Ferns in Annals of Bot., Vol. 5, p. 82 (1891). — Christ in Rein., Sam., p. 358.

Insel Upolu. An Baumstämmen des Kammgebietes des Lanutoo zusammen mit *P. blechnoides* und *P. decorum.* Nr. 154. — Urwald von Tiavi. An Bäumen. Nr. 1301. — Kammgebiet ober Utumapu. An Bäumen im lichten Walde. Nr. 5237. Auch hier mit *P. decorum* und *P. blechnoides* vergesellschaftet.

Polypodium (Eupolypodium) tenuisectum Blume, Enum. plant. Javan., fasc. 2, p. 2, 134 (1828). — Luerssen, Fil. Graeff., p. 102. — Luerssen, Sam., p. 363 (als *P. tamariscinum* Kaulf.). Syn. *P. tamariscinum* Luerssen non Kaulf. — Christ in Rein., Sam., p. 357. — Christ, Farnkräuter, p. 88.

Insel Savaii. Zentralgebiet auf dem Vulkan Maungaafi in der höchsten Bergregion, 1300 bis 1600 *m* s. m. An Bäumen. Nr. 1046.

Polypodium (Goniophlebium) subauriculatum Blume, Enum. plant. Javan., fasc. 2, p. 133 (1828). — Luerssen, Fil. Graeff., p. 379. — Luerssen, Sam., p. 363 — Christ in Rein., Sam., p. 356. — Christ, Farnkräuter, p. 93. Syn. *Goniophlebium Reinwardtii.* De Vriese, Nederl. Kruid. Arch., Vol. I, p. 257 (1846).

Insel Savaii. Auf hohen Urwaldbäumen in blumenkorbartigen Bildungen von *P. (Drynaria) rigidulum,* bei dem Lagerplatz Aopo-Maungaafi, zirka 700 *m* s. m. Nr. 1975. 12.

Insel Upolu. Auf Bäumen bei Tiavi. Nr. 1352, 460, 428, (1328 plantae juveniles). — Berg Lanutoo. Schon in der mittleren Gebirgshöhe auf Bäumen. Nr. 1902. — Im Urwalde ober Utumapu selten. Nr. 1536, 1551.

Bildet mit seinen 2 bis 3 *m* herabhängenden schön gebogenen Wedeln eine wahre Zierde des Urwaldes. Die Stipites sind gelblichgrün, im trockenen Zustande bleich. Die Rhizome sind fast fingerdick, kriechend, dicht mit schwarzbraunen, dünnen, pfriemlich zugespitzten Spreuschuppen bedeckt. Eine Abbildung dieser Art und weitere Bemerkungen über ihr Vorkommen siehe Rechinger, Samoa, in Karsten und Schenck, Vegetationsbilder, 6. Reihe, Heft 1, Tafel 4.

Polypodium (Niphobolus) adnascens Sw., Syn., p. 25, p. 222, tab. 2, fig. 2. — (1806) Luerssen, Fil. Graeff., p. 103. — Luerssen, Sam., p. 363. — Christ in Rein., Sam., p. 357. — Christ, Farnkräuter, p. 98.

Insel Tutuila. Auf Kokospalmenstämmen bei Pango-Pango. Nr. 1265.

Insel Apolima. An Stämmen. Nr. 255.

Insel Manono. An Strandbäumen. Nr. 551, 799.

Insel Savaii. An der Wurzel von Bäumen bei Assau. Nr. 88.

Insel Upolu. An Kokospalmen bei Malifa. Nr. 313. — An Stämmen bei Motootua. — Apiaberg (Vaiaberg). Überzieht ganze Bäume. Nr. 961, 1198.

Der gemeinste epiphytische Farn in Samoa, aber nur an der Sonne ausgesetzten Örtlichkeiten zu finden. Vermöge seiner dicken, ledrigen Wedelbeschaffenheit vermag er selbst langdauernde Trockenheit auszuhalten. Besonders die fertilen Wedel, rollen sich dann mit der Oberfläche einwärts ein, sind aber imstande, sogleich wieder Feuchtigkeit in größerer Menge aufzunehmen.

Über die große Veränderlichkeit der Blattgestalt und Größe vergleiche besonders p. 196 in Giesenhagens Monographie der Gattung *Niphobolus*, p. 196 bis 198, über Blattformen jugendlicher Pflanzen p. 11.

Abbildung Tafel I oben.

**Polypodium (Gymnogramme) vulcanicum* Blume, Enum. plant. Javan., fasc. 2, p. 122 (1828). — Christ, Farnkräuter, p. 108.

Insel Savaii. Vulkan Maungaafi in der Gipfelregion. An Bäumen. Sehr selten. 1500 *m* s. m. Nr. 1963.

Wohl nur eine Form von *P. (Gymnogramme) caudiforme* Hook.

Polypodium (Gymnogramme) caudiforme Blume, Enum. plant. Javan., fasc. 2, p. 122 (1828).

Syn. *Gymnogramme caudiforme* Hook. Christ in Rein., Sam., p. 357. — Christ, Farnkräuter, p. 108.

Insel Upolu. Auf Bäumen in den lichten Wäldern des Kammgebietes ober Utumapu. Nr. 1694, 591.

Polypodium (Phymatodes) accedens Blume, Enum. plant. Javan., fasc. 2, p. 121 (1828). — Luerssen, Fil. Graeff., p. 105. — Luerssen, Sam., p. 364. — Christ in Rein., Sam., p. 357. — Christ, Farnkräuter, p. 102.

Insel Upolu. An Baumstämmen im höheren Bergwald bei Tiavi. Nr. 1298. — Auf den Stämmen von *Sarcocephalus pacificus* und anderen Laubbäumen auf dem Berge Lanutoo. Nr. 730.

Polypodium Phymatodes Linné, Mantissa, p. 306 (1771). — Luerssen Fil. Graeff., p. 108. — Luerssen, Sam., p. 365. — Christ in Rein., Sam., p. 356. — Christ, Farnkräuter, p. 110.

Insel Apolima. An Baumstämmen. Nr. 170, 473.

Insel Upolu. Bei Mulifanua auf Mauern aus Lavablöcken. Nr. 1609. — Motootua. An Bäumen und auf Steinen. Nr. 1208. — Malifa. An den Stämmen von Kokospalmen. Nr. 573. Auf den Eisenteilen des Wracks eines deutschen Kriegsschiffes, welches im Jahre 1889 durch einen Wirbelsturm auf ein Korallenriff vor Apia geworfen wurde. Alle Holzteile des Schiffes sind inzwischen vollkommen zerstört. *P. Phymatodes* wächst in kräftigen Exemplaren auf den rostigen Eisenteilen. Die Sporen dieses Farnes wurden offenbar durch den Wind von der Insel Upolu hergebracht. Nr. 2509.

Die Pflanze ist bezüglich des Substrates nicht wählerisch und kommt sowohl auf glatten Kokospalmenstämmen wie auf allen möglichen Laubbäumen vor, nicht minder häufig ist sie auf aus Lavablöcken gebildeten Steinmauern, aber stets nur an lichten, der vollen Sonne und der Zugluft ausgesetzten Stellen wozu sie die dicken, ledrigen Blätter besonders geeignet machen. Die weithin kriechenden Rhizome von Bleistiftdicke sind stets bläulich bereift.

An manchen Rhizomen finden sich neben den normal gefiederten Wedeln ganz ungeteilte, welche aber ebenso wie die ersteren Sori tragen. Ähnliche Erscheinungen werden auch bei anderen *Polypodium*-Arten, besonders aus den Gruppen »*Phymatodes*« und »*Hastata*« angegeben. Über diese Heterophyllie der Wedel von *P. hastatum* Thunbg. hat L. Diels in »Jugendformen und Blütenreife im Pflanzenreich« (1906), p. 55 ff, Fig. 15, ausführlich berichtet.

**Polypodium (Phymatodes) longipes* (Link) Kunze, Index fil., in Linnaea, Vol. 23, p. 280 (1850). — Hook. et Bak., Syn. fil., p. 364.

Insel Upolu. Auf dem Erdboden im Schatten von Bäumen bei Utumapu. Nr. 1227, 1568.

Hook. und Bak. halten l. c. diese Pflanze nur für eine Gartenform, da Kunze in Linnaea das Vaterland als unbekannt angibt und ferner notiert: cult. h. Kew., 1823, h. Berol. a. 1833, h. Lips, 1840.

Mir liegen im Herbar des Wiener Hofmuseums Exemplare von Neucaledonien (leg. Deplanche, Nr. 1599) und von den Fidjiinseln (leg. Seemann, Nr. 732, die letztere von J. Smith als *P. longipes* L., Sm., bezeichnet) vor. Diese beiden Exemplare stimmen vollkommen mit meinen Samoapflanzen überein. Möglicherweise ist das *P. longipes* eine erdbewohnende Form von *P. Phymatodes* L., doch ist sie so auffallend, daß ich sie hier als Art aufgeführt habe.

Von *P. Phymatodes* unterscheidet sie sich durch höheren Wuchs, Wedellänge bis 110 *cm*, Wedelstiel 60 bis 65 *cm* lang, Wedelbreite fast 30 *cm*. Konsistenz der Wedel dick, ledrig, von derselben Farbe wie *P. Phymatodes*. Sori reichlich entwickelt. Hervorzuheben ist die große Anzahl der Fiedern, entsprechend der bedeutenden Dimension der Wedel, 7—10 Abschnitte auf jeder Seite. Farbe des Stipites hell.

Polypodium (Phymatodes) Powellii Bak., in Hook. et Bak., Syn. Fil., p. 364 (1868). — Diels in Nat. Pflanzenfarn, Vol. I, p. 318. — Christ in Rein., Sam., p. 356. — Luerssen, Sam., p. 365. — Luerssen, Fil. Graeff., p. 109.

Insel Upolu. Urwälder im Kammgebiet des Berges Lanutoo. Auf Bäume kletternd, zirka 500 *m* s. m. Nr. 749, 1952.

Das weithin kriechende lange, dicht mit braunen, spitzen Spreuschuppen bedeckte Rhizom klettert meist senkrecht vom Boden aus an Baumstämmen hinan und entwickelt in bedeutenden Abständen (zirka 1 *m* Entfernung) die großen Wedel, welche zirka 80 *cm* Länge erreichen.

Polypodium (Phymatodes) longissimum Blume, Enum. plant. Flor. Javan., fasc. 2, p. 127 (1828). — Luerssen, Fil. Graeff., p. 110. — Luerssen, Sam., p. 365. — Christ in Rein., Sam., p. 356. — Christ Farnkräuter, p. 112.

Insel Savaii. An Bäumen, beim Lagerplatz im Urwald, auf dem Wege von Aopo auf den Berg Maungaafi, zirka 600 *m* s. m. Nr. 1944.

Polypodium (Phymatodes) dilatatum Wall., List. Nr. 295 (1828). — Hook. et Bak., Syn. Fil., p. 365. — Luerssen, Fil. Graeff., p. 111. — Luerssen, Sam., p. 366. — Christ in Rein., Sam., p. 356. — Christ, Farnkräuter, p. 112.

Insel Upolu. Im Schatten unter Bäumen auf dem Erdboden bei Utumapu. Nr. 1009, 1513. — Berg Lanutoo Nr. 1797.

Die Wedel erreichen eine Länge von über 2 *m* und 0·5 *m* Breite.

Insel Savaii. Auf Bäumen in Urwäldern ober Aopo. Nr. 5100.

Polypodium (Drynaria) rigidulum Sw., in Schrad., Journ., 1800, 2, p. 26 (1801). — Bak. et Hook., Syn. Fil., p. 368. — Christ. in Rein., Sam., p. 357. — Christ, Farnkräuter, p. 119, Fig. 341.

Insel Savaii. In den Wipfeln hoher Bäume beim Lagerplatz Aopo-Maungaafi, zirka 700 *m* s. m. Nr. 1724.

Insel Upolu. Gipfel des Berges Lanutoo. Auf Bäumen.

Bildet große nest- oder blumenkorbartige Geflechte auf den obersten Zweigen von Bäumen, Licht und Luft vollkommen ausgesetzt. Diese Nester erreichen mitunter bis 5 *m* im Durchmesser und entstehen durch mehrfache Verzweigungen und Verschlingungen der Rhizome. In diesen sammelt sich eine Menge von Humus an und darin siedeln sich wieder andere Epiphyten an, häufiger sieht man darin *P. subauriculatum* Blume, dessen Wedel oft mehrere Meter herabhängen. Die fertilen Wedel sind starr aufrecht auf kräftigen zimtbraunen Stipites und niemals hängend (vergleiche Reinecke, Sam., l. c., p. 357, wo die fertilen Wedel als herabhängend bezeichnet werden. Wahrscheinlich liegt eine Verwechslung mit den häufig zwischen den Rhizomen von *P. (Drynaria) rigidulum* angesiedelten *P. subauriculatum*

vor, dessen Wedel überdies denen von *P. rigidulum* gleichen). Diese Beobachtung machte ich schon in Samoa unabhängig von Christ, Farnkräuter, p. 119, durch dessen Bemerkung meine Beobachtung bestätigt wird.

Polypodium Samoense Bak., in Hook. et Bak., Syn. Fil., p. 321 (1867). — Luerssen, Fil. Graeff, p. 102. — Luerssen, Sam., p. 362. — Christ in Rein., Sam., p. 358.

Insel Upolu. Berg Lanutoo im Kammgebiet. An Bäumstämmen mit *Trichomanes praetervisum* in Lebermoospolstern fast verborgen. Selten. Nr. 1008.

Stimmt vollkommen mit Exemplaren von den Hawaiischen Inseln (leg. Wawra, von Luerssen bestimmt) überein.

Hymenolepis Presl.

Hymenolepis spicata Presl, Epim., p. 159 (1849). — Christ in Rein., Sam., p. 362. — Christ, Farnkräuter, p. 129.

Syn. *Acrostichum spicatum* Linné, Rein., Sam., p. 362.

Insel Savaii. Auf den höchsten Erhebungen im zentralen Teil der Insel, zirka 1600 *m* s. m. Nr. 2, 1978. — Vulkan Maungaafi. Auf Baumstämmen, Wedel aufrecht, dick ledrig.

Adiantum Linné.

Adiantum lunulatum, Burm., Flora Ind., p. 235 (1768). — Luerssen, Fil. Graeff., p. 116. — Luerssen, Sam., p. 366. — Christ in Rein., Sam., p. 342. — Christ, Farnkräuter, p. 134.

Insel Upolu. An beschatteten Felswänden an einem Flußlauf bei der Pflanzung von Harman im zentralen Teil der Insel. Nr. 1437.

Insel Savaii. Am Wege von Sassina nach Aopo im Wald. Nr. 1041.

Adiantum diaphanum Blume, Enum., p. 215 (1828). — Luerssen, Fil. Graeff., p. 115. — Luerssen, Sam., p. 367. — Christ in Rein., Sam., p. 342. — Christ, Farnkräuter, p. 135.

Insel Savaii. An den Ufern eines gegenwärtig ausgetrockneten Flusses bei Patamea. An Erdabhängen mit kleinen *Elatostema*-Arten zusammen. Nr. 1122.

Pellaea Link.

Pellaea concolor Baker, in Mart., Fl. Bras. Fil., p. 396, tab. 43, Fig. 3. — Luerssen, Fil. Graeff., p. 119. — Luerssen, Sam., p. 367. — Christ in Rein., Sam., l. c., p. 345. — Christ, Farnkräuter, p. 157.

Insel Upolu. An Mauern aus Lavablöcken bei Laulii. Nr. 796 (Schattenform, vorwiegend grün gefärbt.)

Insel Savaii. An Steinmauern bei Assau. Nr. 659. — Zwischen Lavablöcken am Strande bei Sataua, Nr. 1608, 117.

Kommt nur in der Küstenregion immer zwischen Lavablöcken vor.

Pteris Linné.

Pteris incisa Thunbg., Prodr. Fl. Cap. (1800.), p. 171. — Luerssen, Fil. Graeff., p. 129. — Luerssen, Sam. Nr. 368. — Christ in Rein., Sam., p. 344. — Christ, Farnkräuter, p. 163.

Insel Upolu. Berg Lanutoo, an lichten Stellen des Urwaldes, auch am Rande von Rodungen, zirka 300 *m* s. m. Nr. 713.

Die Pflanze klettert bis 3 *m* hoch, jedes Rhizom scheint nur einen Wedel zu tragen.

Pteris ensiformis Burm., Fl. Ind., p. 230 (1768). — Luerssen, Fil. Graeff., l. c., p. 123. — Luerssen, Sam., p. 367. — Christ in Rein., Sam., l. c., p. 344. — Christ, Farnkräuter, p. 166.

Insel Upolu. Im Schatten von Bäumen in der Nähe der Wohnstätten. Motootua. Nr. 430, 911 (Jugendformen). — Bei Laulii an Erdabhängen, an Wegen. Nr. 846. — Auf dem Vaiaberg (Apiaberg). Nr. 1861, in einer sehr großen Form.

Insel Apolima. In der Nähe von Wohnstätten. Nr. 819, 181.



Fig. 6.



Einer der häufigsten Farne in der Nähe von Ansiedlungen, kommt mitunter aber auch weit entfernt von solchen, auf Bergen, vor.

Den ungemein wechselnden Zuschnitt der Fiedern bei sterilen (Jugend-) Formen zeigt die Abb. Fig. 6.

Pteris quadriaurita., Retz Obs., Vol. 6 (1791), p. 38. — Hook. and Bak., Syn., p. 158. — Luerssen, Fil. Graeff., p. 123. — Luerssen, Sam., p. 367. — Christ in Rein, l. c., p. 344. — Christ, Farnkräuter, p. 166.

Insel Upolu. Im Urwald auf dem Apiaberg (Vaiaberg). Nr. 1225; Nr. 1188 vom selben Standorte hat dunkel rotbraune Wedelstiele. — Berg Lanutoo. Nr. 693.

Insel Apolima. Im Schatten von Bäumen. Nr. 331.

Insel Savaii. In tiefen Wäldern am Wege von Aopo auf den Berg Maungaafi. Nr. 1099. Eine zweite Form vom selben Fundorte, Nr. 1096, hat an den Fiederenden erster Ordnung 6 bis 8 *cm* lange ungeteilte

Spitzen, welche wohl als Träufelspitzen zu deuten sind, sie verleihen der Pflanze ein auffallendes Aussehen.

Die Farbe der Rhachis wechselt sehr von licht bräunlichgelb bis dunkel rotbraun und es war mir nicht möglich, auf Grund dieses Merkmals eine Unterscheidung von Unterarten oder Varietäten vorzunehmen.

Eine sehr bemerkenswerte Form der »*Quadriauritae*« stammt aus den Bergwäldern im Innern der Inseln Savaii und Upolu von 70 bis 80 *cm* Höhe, wovon 30 *cm* auf den Wedelstiel entfallen; an der Basis gegen 30 *cm* breit. Die Rhachis ist strohgelb bis bräunlichgelb und von ihrer Basis bis zu zwei Dritteln ihrer Höhe von von unten nach oben an Länge und Dichte abnehmenden dunkelbraunen Spreuschuppen bedeckt. Länge der Spreuschuppen 5 bis 7 *mm*, Breite derselben 1 *mm*. An der Basis der Wedelstiele bilden diese Schuppen einen dichten braunen glänzenden Schopf. Diese Form kommt nur in der höheren Bergregion von etwa 500 *m* nach aufwärts vor und ich schlage, da ich in der zu Gebote stehenden reichen Farnliteratur und einem Herbarmaterial von nahezu 300 Spannbogen des Herbariums des Wiener Hofmuseums keinen ähnlichen Farn vorfinden konnte, den Namen *Pteris quadriaurita* Retz var. *eximia* vor.

Schwache Andeutungen vereinzelter Spreuschuppen finden sich mitunter an Exemplaren von *Pteris quadriaurita typica* auch vor.

Insel Upolu. In Bergwäldern auf dem Lanutoo, zirka 700 *m* s. m. Nr. 612. — In Wäldern auf dem Gebirgskamm bei Tiavi. Nr. 452.

Pteris longipinnula Wall., List Nr. 108 (1828). — Beddome F. H., Ferns of South India, p. 14, tab. 43 (1863). — Luerssen, Sam., p. 367. — Christ in Rein., Sam., p. 344. — Christ, Farnkräuter, p. 167. — Hooker, Sp. Fil., Vol. II, p. 179, tab. 134.

Insel Savaii. In tiefen Wäldern in der Nähe der neuen Kraterausbruchstelle. August 1905. Nr. 4495.

Von *Pteris quadriaurita* kaum zu unterscheiden, außer durch die bedeutendere Größe aller Teile. Wedel bis 90 *cm* lang, an der Basis zirka 30 *cm* breit.

Pteris patens Hook., Spec., Fil., Vol. II, p. 177, tab. 137. — Luerssen, Fil. Graeff., p. 127. — Luerssen, Sam., p. 368. — Christ, Farnkräuter, p. 168. — Christ in Rein., Sam., l. c., p. 344.

Insel Upolu. Bergwälder bei Tiavi. Nr. 1338, 1337. — Berg Lanutoo. Nr. 798.

»Baumartig mit kurzem Stamme«, wie Reinecke angibt, konnte ich diesen im Innern der Inseln in schattigen Bergwäldern ziemlich verbreiteten Farn nie finden. Die Länge der Wedel erreicht oft bis gegen 4 *m*, die Breite an der Basis oft 1 *m*. Die Rhachis ist glänzend, dunkel rotbraun, die Wedel werden beim Trocknen stets schwarzgrün.

Gehört zu den größten erdbewohnenden Farnen der samoanischen Flora.

Pteris (Litobrochia) litoralis Rechinger n. sp.

Rhizoma breve erectum. Folia numerosa (10—15). Petiolus stramineus basi bruneus, 25—30 *cm* longus, lamina 40 *cm* lata, 40 *cm* longa. Petiolus glaber basi solum sparsis paleis linealibus acuminatis bruneis usque ad 0·75 *cm* longis obtectus. Lamina simpliciter pinnata utraque latere 1—2 pinnis instituta, utrinque glabra, in sicco papyracea, tenuis, nitida. Nervi distincti, reticulum areolarum formantes. Margo revolutus foliorum fertilium angustus soros continuos tegens. Pinnae laterales iterum pinnulatae, basiscopae longius pinnatae quam acroscopae, 7—9 pinnae utraque latere. Lobus medius laminae disectus, utraque latere 8—9 dentibus.

Insel Savaii. Zwischen Lavablöcken im Schatten von Bäumen, nahe der Küste bei Patamea, zusammen mit einer *Cyrtandra*. Nr. 1176. — Bei Sassina zwischen den Lavablöcken, aus denen eine Straßenmauer nahe dem Meere erbaut.

Textabbildung Fig. 7, p. 40.

Pteris marginata Bory, Voy., 2 (1804), p. 192. — Luerssen Fil. Graeff., p. 131.—Luerssen, Sam., p. 368. — Christ in Rein., l. c., p. 344. — Christ, Farnkräuter, p. 172.

Insel Upolu. Auf dem Lanutoo. Nr. 163. Vailima an Straßenrändern.

Insel Savaii. Zwischen Lavablöcken bei Sataua, nahe dem Strande an Wegrändern. Nr. 1607, 1031.

Kommt zwischen Lavablöcken in der Nähe der Küste, selten weit entfernt von ihr (Berg Lanutoo), meist an Wegrändern vor und bevorzugt schattige Standorte, vertritt an manchen Stellen das auf den Samoainseln sehr häufige *Pteris ensiformis* Burm. Meist sind die Exemplare von *Pteris marginata* klein, selten erreichen sie eine Höhe von 50 *cm.*

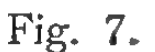


Fig. 7.



Pteris Wallichiana Agh., Rec. (1839), p. 69. — Baker in Journal of Bot. (1876), p. 343. — Hooker and Bak., Synopsis (1868), p. 165. — Christ, Farnkräuter, p. 172. — Christ in Rein., Sam., p. 344.

Insel Upolu. In ehemaligen Pflanzungen an gelichteten Stellen bei Motootua. Nr. 1439.

Ist bisher von Samoa, Ostindien (Himalaya), Japan und den Philippinen bekannt.

Wurde seit Whitmee (vergl. Bak in Journal of Bot. (1876), p. 343) nicht mehr in Samoa aufgefunden und gehört dort nicht zu den häufigen Formen.

Hooker und Baker stellen, da ihre Einteilung der Gattung *Pteris* hauptsächlich auf die Entwicklung der Wedelnerven basiert ist, *Pt. Wallichiana* und *Pt. marginata* weit voneinander entfernt im System. Christ führt die beiden Arten als nahe verwandt auf, da außer der freien Nervenentwicklung nur die bedeutend größeren Dimensionen der ersteren Art als Merkmal überbleiben. Abbildung Tafel II oben.

Aspleniaceae Mettenius.

Lomaria Willd.

Lomaria attenuata Willd., Spec. plant., Vol. 5, p. 290 (1810). — Christ in Rein., Sam., p. 343.

Insel Savaii. Zentralgebiet. An Flußläufen. — Berg Maungaafi. In tiefen feuchten Wäldern von zirka 800 bis 1500 *m* s. m. Erdbewohnend, fast ohne oberirdischen Stamm. Nr. 640, 1054. Die Exemplare von höheren Lagen haben etwas breitere und längere Fiederabschnitte der sterilen Wedel.

Lomaria vulcanica Blume, Enumer. plant. Javan., fasc. 2, p. 202 (1828). — Hooker, Icon. plant., Vol. 1000, tab. 969 (1854). — Luerssen, Fil. Graeff., p. 137. — Luerssen, Sam., p. 369 (als *Blechnum*) — Hook. et Bak., Syn. Fil., p. 176. — Christ in Rein., Sam., p. 343. — Christ, Farnkräuter, p. 179.

Insel Savaii. Zentralgebiet. Berg Maungaafi. In tiefen Wäldern, zirka 1300 *m* s. m. Nr. 650.

Blechnum Linné.

Blechnum orientale L., Spec. plant., p. 1077 (1753). — Luerssen, Fil. Graeff., p. 133. — Luerssen, Sam., p. 369. — Christ, Farnkräuter, p. 182. — Christ in Rein., Sam., l. c., p. 343.

Insel Upolu. Bei Laulii. In Gebüschen nahe dem Strande. Nr. 848. — Bei Utumapu. In ehemaligen Pflanzungen von *Manihot Glaziovii.* Nr. 5231. — Urwaldränder bei Tiavi. Nr. 1287.

Die Wedel werden oft über 2 *m* lang.

Asplenium Linné.

Asplenium Nidus L., Spec. plant., Ed. I (1753), p. 1079. — Luerssen, Fil. Graeff., p. 146. — Luerssen, Sam., p. 370. — Bedd., Ferns of Brit. Ind., p. 138. — Christ, Farnkräuter, p. 188. — Christ in Rein., p. 345. — Lauterb. und Schum., p. 126. — Diels in Nat. Pflanzenfarn., I, 4, p. 234.

Insel Upolu. Utumapu. Nr. 1659. — Vaiaberg. Nr. 695. — Berg Lanutoo. Nr. 360. — Mulifauna Nr. 205. — Papaloloa-Wasserfall. Nr. 269.

Insel Apolima. Nr. 579.

Diese Art ist sehr variabel. Meistens finden sich auf den Samoainseln Formen, welche dem *Aspl. musaefolium* Mett. (über einige Farngattungen *Aspl.*, p. 130) vollkommen entsprechen, wie schon Luerssen angegeben hat, z. B. Nr. 695, 579. Dann finden sich aber auch solche Formen, welche im Umrisse der Wedel dem *A. Grevillei* Wall. (Abbild. b. Bedd., Ferns. of Brit. Ind., tab. 70) vollkommen entsprechen. Nr. 269.

Eines der häufigsten Farne Samoas im lichten Walde der mittleren und untersten Waldregion.

A. Nidus gehört zu den wenigen Epiphyten, welche sowohl auf Bäumen wie auf dem Boden des Urwaldes wachsen können. Allerdings gehört es als Epiphyt nicht den Bewohnern der höchsten Etage des Urwaldes an, sondern lebt in der unteren Zone der Urwaldpflanzen, während z. B. das ebenfalls auf den Samoainseln vorkommende *Polypodium (Drynaria) rigidulum Sw.* nur auf den Ästen der höchsten Bäume dem vollen Licht und Luftwärme ausgesetzt vorkommt und, wenn es von der Gewalt der Stürme herabgeschleudert wird, nie auf dem Urwaldboden weiterwächst, sondern bald abstirbt. Anders verhält sich *Aspl. Nidus.* Stürzt es durch seine eigene Schwere oder durch elementare Kräfte herab, so findet es sich häufig auch den Boden besiedelnd in ganzen Beständen vor, freilich nur an halbschattigen Plätzen, da es das tiefe Dunkel des Urwaldes nicht vertragen kann. Vergleiche hierüber auch Schimper, Epiph. Veg. Amerikas, p. 99 f.

Die Sporen keimen aber nicht nur in den Astgabeln der Bäume, sondern auch auf am Boden liegenden faulenden Stämmen, auf dem Humus des Bodens oder auf bemoosten Steinen und den Wänden feuchter Hohlwege.

Andere Farne der Epiphytenvegetation Samoas finden sich nur an Baumstämmen, so *Aspl. caudatum* Forst., während wieder *Asp. multifidum* Brack., *A. cuneatum* Lam., *A. tenerum* Forst. u. a. meist nur auf der Erde wachsen.

Asplenium Feejeense Brackr., Un. St. Explor. Expedit., Vol. 16, p. 147, tab. 19, Fig. 1 (1854). — Luerssen, Fil. Graeff., p. 148. — Luerssen, Sam., p. 370. — Christ in Rein., Sam., p. 345. — Christ, Farnkräuter, p. 189. — *A. amboinense* Willd., Sp. pl., 5, p. 303 (1810).

Insel Upolu. Im Urwalde von Tiavi auf dem Waldboden auf feuchten Felsen, zirka 500 *m* s. m. Nr. 464.

Insel Savaii. Gipfelregion. Auf dem Erdboden im Urwald, 1400—1500 *m* s. m. Nr. 628, 103.

Stets auf dem Erdboden, fast alle Wedelspitzen proliferieren und wurzeln im Boden ein, nie an Bäumen beobachtet.

* *Asplenium erectum* Bory, Willd., Sp. plant., 5, p. 328 (1810). — Hook., Spec. Fil., Vol. III, p. 127. — Hook. et Bak., Syn. Filic., p. 202.

Insel Savaii. Zentralgebiet. In der Gipfelregion des Vulkans Maungaafi an Bäumen, zirka 1500 *m* s. m., Nr. 637. Selten.

Entspricht in mancher Beziehung dem *A. Macraei* Hook. et Grev., Icon. Fil., II, tab. 217 (1831).

Asplenium tenerum Forst., Prodrom., p. 80 (1786). — Luerssen, Fil. Graeff., p. 152. — Luerssen, Sam., p. 372. — Beddome, Ferns of Brit. Ind., p. 147, Fig. 74. — Christ in Rein., Sam., p. 346. Christ, Farnkräuter, p. 194.

Insel Upolu. Utumapu. Im Urwalde an Bäumen. Nr. 1535. — Urwälder bei Tiavi. An Bäumen. Nr. 1321

Insel Savaii. Wald zwischen Sassina und Aopo, an Bäumen. Nr. 84.

Die Stipites sind stets, besonders in trockenem Zustande, hell, gelblich oder grünlich gefärbt.

Auf Lavablöcken zwischen Sassina und Aopo (Insel Savaii), Nr. 1968, findet sich ein Farn, welcher auch in den Formenkreis von *A. tenerum* Forst. zu stellen ist. Es unterscheidet sich vom Typus durch dickere, mehr ledrige Fiederabschnitte, welche entfernter voneinander gestellt sind; die Wedel laufen in eine viel längere Spitze aus und durch nur sehr undeutlich gekerbte Fiedern. Möglicherweise hat der für diese Art ungewöhnliche Standort — Lavablöcke im Walde statt an Baumstämmen — diese Veränderung der Wedelgestalt mitveranlaßt.

Asplenium anisodontum Presl, Epim., p. 73 (1849). — Hook. et Bak., Syn. Filic., p. 205. — Christ in Rein, Sam., p. 346.

Insel Savaii. Zentralgebiet. Gipfelregion des Vulkans Maungaafi auf dem Erdboden. Nr. 639. 1500 bis 1600 *m* s. m.

Stimmt mit einem von Presl bestimmten, von Cumming auf der Insel Luzon gesammelten Exemplar Nr. 128 gut überein!

Asplenium resectum J. E. Sm., Plant. Icon., tab. 72 (1791), ined. — Hook. et Grev., Icon Filic., Vol. I, tab. 114 (1831). — Hook. et Bak., Syn. Fil., p. 210. — Luerssen, Sam., p. 373. — Luerssen, Fil. Graeff., p. 157. — Christ, Farnkräuter, p. 194. — Christ in Rein., l. c., p. 347.

Insel Upolu. Urwald im Kammgebiet ober Utumapu. Auf dem Erdboden in tiefem Schatten. Nr. 968. — Ober Utumapu. An einem Flußlauf im tiefen Schatten auf dem Erdboden. Nr. 500, 1528, 1007.

Insel Savaii. Urwälder des Maungaafi. Nr. 5236.

Insel Savaii. Bei Patamea an einem Flußlauf auf dem Erdboden. Nr. 1129.

Insel Upolu. Bei Tiavi an Urwaldbäumen. Nr. 1330.

Nr. 1330 entspricht der »normalen großen Form« (siehe Christ in Rein., Sam., p. 347). Die übrigen Nummern entsprechen der Var. *minor.* Prantl, Christ, l. c.

Die Nummern 500, 1528, 1007 von Utumapu haben in spitzeren Winkeln abstehende kürzere Fiedern, die die Wedelspitze durch Abnehmen ihrer Größe allmählich verjüngen, sie nähern sich im Umriß der Wedel dem *A. rhizophorum* L.

Erwähnenswert erscheint endlich noch eine Form von Utumapu, Nr. 599, mit ganz grünen Stipites und verstreuten hellbräunlichen Spreuschuppen daran. Sie wuchs im tiefsten Schatten des Urwaldes.

Asplenium falcatum Lam., Encyclop., Vol. 2, p. 306 (1786). — Luerssen, Sam., p. 372. — Christ in Rein., Sam., p. 347. — Christ, Farnkräuter, p. 198. — Hook. et Bak., Syn. Filic., p. 208.
Große epiphytische Form mit hängenden Wedeln.

Insel Upolu. An senkrechten Baumstämmen im schattigen Urwald am Wasserfalle Papaloloa. Nr. 797. An Bäumen bei Laulii. Nr. 841. — In Urwäldern auf dem Vaiaberg (Apiaberg) an Baumstämmen, zirka 300 *m* s. m. Nr. 1233, 1387. — Bei Vaimea an Bäumen.

Alle Exemplare von den obgenannten Standorten stimmen in Größe und Umriß der Wedel, Gestalt der Fiederabschnitte, der Sori, Textur, geringer Bekleidung der Wedelstiele mit verstreuten braunen Spreuschuppen überein, sie sind durchaus Baumbewohner. Abweichend von diesen erscheint mir eine in Samoa häufig an steinigen Stellen, Mauern aus Lavablöcken, meist im sogenannten »sekundären Urwald«, wohl aber auch im primären vorkommende Form, welche sich, wie folgt, charakterisieren läßt: Wedellänge samt Stiel 30 *cm*, größte Breite 5 bis 6 *cm*, einzelne Fiedern sind 1 *cm* breit, zirka 3 bis 4 *cm* lang, ihre Spitze ist ziemlich kurz, viel kürzer als die des *A. falcatum* (vergl. z. B. Beddom., Ferns. S. Ind., tab. 142, eine Abbildung, die für die samoanische Form schon lange Fiedernspitzen hat). Wedel stets aufrecht, was wohl mit ihrer geringen Länge und dem Standorte — stets auf dem Boden auf Steinen wachsend — zusammenhängt, während *A. falcatum* in Samoa stets an mehr minder senkrecht aufstrebenden Baumstämmen wächst und seine in jeder Dimension viel größeren Wedel im Bogen gegen den Erdboden hängen läßt. Möglicherweise ist die größere Länge der Fiedernspitzen ein Fall von Träufelspitzenbildung oder hängt mit der Wirkung der Schwerkraft zusammen. Ob für diese kleinere terrestre Form dieses Gebietes der Name *A. polyodon* Forst. anzuwenden ist, konnte ich nicht mit Sicherheit feststellen. Vielleicht entsteht die bodenbewohnende Form nur durch den geänderten Standort.

Kleinere, terrestre, aufrechte Form.

Insel Upolu. Laulii. An Mauern aus Lavablöcken. Nr. 787. — Bei Utumapu. Nr. 971.

Insel Savaii. Im sekundären Walde zwischen Lavablöcken zwischen Sassina und Aopo. Nr. 1974.

Asplenium caudatum Forst., Prodrom., p. 80 (1786). — Luerssen, Fil. Graeff., p. 156. — Luerssen, Sam., p. 372. — Bedd., Ferns of South Ind., p. 48, tab. 143. — Christ in Rein., Sam., p. 346. — Christ, Farnkräuter, p. 199.

Var. *horridum* (Kaulf.) Christ in Filic. Sarasin. in Verh. Naturf. Gesellsch. Basel XI, p. 1 (1894). — Hook., Spec. Fil., Vol. III, tab. 193.

Insel Upolu, Urwälder auf dem Berg Lanutoo. Nr. 1989, 902. Bei Tiavi in Wäldern. Nr. 1329, 1290. — Wedellänge bis über 1 *m* 50 *cm*.

Insel Savaii. Gipfelregion des Vulkans Maungaafi. An Bäumen, zirka 1500 *m* s. m. Nr. 1976, 625. Eine etwas kleinere, gedrungenere Form.

Bildet mit *A. multifidum*, *A. falcatum* und *A. laserpitiifolium* zusammen einen prächtigen Schmuck der Bergwälder von etwa 400 *m* nach aufwärts. Diese drei genannten Arten wachsen meist an senkrecht aufstrebenden stärkeren Bäumen, in nicht zu großer Höhe vom Boden entfernt, die Wedel streben in sanften Bogen nach abwärts.

Hervorzuheben ist noch Nr. 1097 von der Gipfelregion des Maungaafi (Insel Savaii, zirka 1500 *m*, s. m., also zusammen mit dem typischen *A. caudatum* Forst.), welches fast ganz kahle braune Wedelstiele in sehr verschmälertem Ausmaße hat: 40 *cm* × 4 bis 6 *cm*. Gewiß keine Standortsform! Dem *A. Borneense* Hook. sehr ähnlich. (Hook., Ic. Filic., p. 135, tab. 186).

Asplenium multilineatum Hook., Spec. Fil., Vol. 3, p. 102, tab. 183 (1860). — Hook. et Bak., Syn. Fil., p. 199. — Luerssen, Fil. Graeff., p. 150. — Luerssen, Sam., p. 370. — Christ in Rein., Sam., l. c., p. 345, tab. IV. — Christ, Farnkräuter, p. 200. — Christ in Ann. jard. bot. Buitenzorge, Vol. 20 p. 117 (1906).

Über den Blattdimorphismus vergleiche Christ in Verh. Schweizer Naturforsch. Gesellsch., 89. Jahresvers. 1906 (St. Gallen) und 1894 (Basel) mit Tafel.

Insel Savaii. Vulkan Maungaafi. In tiefen Wäldern, auf Bäume kletternd. Nr. 623, 1969.

Insel Upolu. Berg Launtoo. Auf Bäumen. Nr. 1831.

Verbreitung: Samoa, Viti, Celebes.

In der Gestalt der Wedel sehr wechselnd, die einfach gefiederten großen nur an Baumstämmen, an welchen das Rhizom senkrecht emporklettert und in ziemlich weiten Abständen bis zu $^1/_2$ *m* oder mehr einzeln stehende Wedel bildet. Eine Jugend- oder Schattenform mit mehrfach gefiederten Blättern findet sich auf dem Waldboden über Steinen oder am Fuß von Bäumen.

A. cuneatum Lam., Encycl., Vol. II, p. 309. — Luerssen, Fil. Graeff., p. 158. — Luerssen, Sam., p. 373. — Christ, Farnkräuter, p. 204. — Christ in Rein., l. c., p. 347.

Insel Upolu. Im Urwalde auf dem Vaiaberg auf dem Boden. Nr. 1423.

Insel Savaii. Im Walde ober Sassina. Nr. 86. — Im Urwalde bei Patamea. Nr. 1153 (Jugendform).

Diese Art wurde von mir stets auf dem Erdboden, oft am Fuße von Bäumen wachsend gefunden, im allgemeinen sehr häufig mit *A. tenerum* vergesellschaftet.

Dem *A. nitidum* Sw. nähert sich Nr. 744, welches sehr selten als Epiphyt auf dem Berg Lanutoo bei 600 *m* s. m. vorkommt, während das typische *A. cuneatum* Lam. stets als Erdbodenbewohner zu beobachten war. Die Wedel dieser zuletzt genannten Pflanze sind bis 70 *cm* lang, die Fiederenden gehen oft in verlängerte lanzettliche Spitzen mit großen scharfen Sägezähnen über. Ein Übergang zu *A. laserpitiifolium* Lam. liegt in dieser Pflanze nicht vor.

A. laserpitiifolium Lam., Encycl., Vol. II, p. 310 (1786). — Luerssen, Fil. Graeff., p. 158. — Luerssen, Sam., p. 373. — Christ in Rein., Sam., p. 347. — Christ, Farnkräuter, p. 205. — Lowe, New rares ferns, I, tab. 13. p. 29.

Insel Upolu. Im Urwalde von Tiavi an Bäumen im Schatten. Nr. 1331, 1334. — Schattige Urwälder bei Utumapu. Nr. 1484. — Berg Lanutoo,

Insel Savaii. Bergwälder des Maungaafi. Nr. 1591.

Stets an Bäumen und nur an schattigen Stellen von der Küstenregion bis über 1000 *m* s. m. steigend. Die Wedeldimensionen dieses Farnes, der zu den schönsten der Inselflora gehört, erreicht bis 150 *cm* Länge und 70 *cm* Breite.

A. multifidum Brack., Explor. Exped., 16, p. 171, tab. 23, Fig. 2 (1854). — Luerssen, Sam., p. 374 ff. — Luerssen, Fil. Graeff., p. 163. — Christ in Rein., l. c., p. 347. — Christ, Farnpfl., p. 207.

Diese sehr formenreiche Gruppe hat durch Luerssen in den Filices Graeffeanae eine sehr eingehende Betrachtung erfahren, nach welcher *A. flaccidum* Forst. und *A. Powellii* Baker die Endglieder einer fast ununterbrochenen Reihe bilden. Vom pflanzengeographischen Gesichtspunkte aus betrachtet, sehen wir die zahlreichen zum größten Teile mit Namen belegten kleinen Arten verbreitet von der Insel, Bonin, über die Fidji- und Samoainseln bis Hawaii, Norfolk, Neuseeland bis Neu-Südwales wobei auffällt, daß die bis fünffach gefiederten Formen auf Samoa und Fidji vorkommen, die am wenigsten geteilten, bei sterilen Exemplaren mit ganzrandigen langen schmalen Fiedern versehenen in den kältesten Teilen des Verbreitungsgebietes.

Dementsprechend sind auch die Wedel der letzteren ledrig, derb, die der Arten des feuchtwarmen pacifischen Gebietes weicher und schlaffer.

Es erscheint hier der Name *A. multifidum* Brack. vorangestellt, da diesem die auf Samoa reichlich und oft von mir gesammelten Exemplare entsprechen. Exemplare mit noch größeren, zirka 1·5 *m* langen und entsprechend breiten und noch mehrfach geteilten Wedeln, als sie dem *A. multifidum* zukommen, können auch mit dem Name *A. Powellii* Baker belegt werden.

Schreitet man in der Reihenfolge der Formen in dieser Artengruppe von *A. multifidum* zurück, so trifft man nach den sehr gründlichen Ausführungen Luerssen's auf *A. bulbiferum* Forst. und erreicht endlich das einfacher gefiederte *A. flaccidum* Forst. Solche Formen, welche sich bei *A. bulbiferum* Forst. einreihen lassen, kommen auch auf Samoa vor (Nr. 365, Insel Upolu, Urwaldboden bei Tiavi, fructif.), während zu bemerken ist, daß sich sonst im Gebiete *A. multifidum* stets nur an den Stämmen stärkerer Bäume findet. Ob die geänderten Lebensbedingungen imstande sind, eine Form mit wenig geteilten und bedeutend kleineren Wedeln zu erzeugen, vermag ich nicht anzugeben. Es mag auch erwähnt sein, daß dieser Farn im Trockenen eine bleich graugrünliche Färbung annimmt und daß seine Wedel schon im Leben nie freudiggrün gefärbt, sind eine Eigenschaft, die der ganzen Artgruppe *A. flaccidum* bis *A. Powellii* zukommt.

Insel Upolu. In Urwäldern bei Moa-moa. Nr. 28. — In tiefen Urwäldern bei Tiavi (Nr. 425) mit oft 1·5 *m* langen Wedeln. — Berg Lanutoo, Wälder unter dem Gebirgskamm. Nr. 1827.

Insel Savaii. Aopo-Maungaafi, in zirka 1000 *m* Seehöhe Nr. 75. — In Urwäldern von Tiavi. Nr. 375, mit weniger geteilten Wedeln auf dem Erdboden wachsend, mit dem Wedelstiel 60 *cm* lang, größte Breite 20 *cm*.

Ferner erscheint noch die Pflanze von Aopo-Maungaafi, Nr. 75, bemerkenswert wegen der zwar großen, aber mit viel breiteren Abschnitten versehenen Wedel.

Von der Insel Savaii liegt mir noch eine Form vor, welche von *A. bulbiferum* Forst., das im Herbar des Wiener Hofmuseums von zahlreichen australischen Fundorten aufbewahrt wird, wenig abweicht, sowohl in den Dimensionen wie im Zuschnitt der Wedel; es stammt aus einer Seehöhe von zirka 1500 *m* vom Berge Maungaafi im Zentralgebiet der Insel (Coll. Nr. 1).

Es ist bei den auf Samoa vorkommenden Pteridophytenarten einzelner Gattungen bemerkenswert, daß die Zahl und Tiefe der Fiederabschnitte mit der Meereshöhe abnimmt. Diese Erscheinung ist bei *A. multifidum* Brack., bei *A. caudatum* Forst., respektive *A. horridum* Kaulf. wahrzunehmen. Als Beispiele mögen diese hier angeführten dienen.

Diplazium Sw.

Diplazium latifolium Don, Prodr. Flor. Nepal., p. 8. — Hooker and Bak., Syn. Filic., p. 239. — Christ in Rein., Sam., p. 348. — Christ, Farnkräuter, p. 220.

Insel Upolu. An einem Flußlaufe, zirka 300 *m* s. m. ober Utumapu an sehr schattigen und feuchten Stellen mit *D. decussatum* zusammen. Nr. 1000. — Auf dem Apiaberg (Vaiaberg) im Wald. Nr. 1248, Nr. 106.

D. silvaticum Presl, Reliquiae Haenkeanae, I, p. 42. — Luerssen, Fil. Graeff., p. 164. — Luerssen, Sam., p. 380. — Bedd., South. Ind. Ferns., p. 53, tab. 161. — Christ in Rein., Sam., p. 348. — Christ, Farnkräuter, p. 217.

Insel Upolu. Auf dem Apiaberg (Vaiaberg) in Wäldern. Nr. 1247.

D. membranaceum Mett., in Linnaea, Vol. 36, p. 103 (1869). — Luerssen, Fil. Graeff., p. 167. — Luerssen, Sam., p. 381 (als *Asplenium arborescens* Mett.). — Christ in Rein., Sam., p. 348.

Insel Savaii. Zentralgebiet der Insel. In tiefen Wäldern des Berges Maungaafi, zirka 1300 *m* s. m. Nr. 1093, 1056.

Insel Upolu. Selten in Wäldern der unteren Region des Berges Lanutoo. Nr. 712. Bewohnt wie alle *Diplazium*-Arten den Erdboden.

D. congruum Brack., Explor. Exped., Vol. 16, p. 141, tab. 18, Fig. 2 (1854). — Hook. et Bak., Synops. Fil., Ed. II, p. 235. — Christ in Rein., Sam., p. 348. — Christ, Farnkräuter, p. 218. — Luerssen, Fil. Graeff., p. 166. — Luerssen, Sam., p. 381 (als *Asplenium Japonicum* Thunbg.).

Insel Upolu. Auf dem Erdboden der Wälder auf dem Apiaberg (Vaiaberg). Nr. 1395. — Wälder ober Utumapu. Nr. 1006.

D. decussatum Sw., in Schrad., Journal, 1800, 2, p. 51. — Luerssen, Fil. Graeff., p. 168. — Luerssen, Sam., p. 382 (als *Asplenium proliferum* Lam.). — Christ in Rein., Sam., p. 349. — Christ, Farnkräuter, p. 221.

Insel Upolu. Zentralgebiet der Insel. An einem Flußlauf nächst der Pflanzung von Harman im tiefen Schatten. Nr. 139, 1204, 1223. — Bei Moa-moa. Nr. 27. — Am Flusse Papaseea im Schatten der Uferbäume. Nr. 1744. — An einem Flusse ober Utumapu, zirka 300 *m* s. m. Nr. 1502, 1459.

Einer der häufigsten und größten erdbewohnenden Farne der samoanischen Flora, kommt stets an Flußläufen und nur im Schatten vor.

Aspidiaceae Mett.

Aspidium Sw.

Aspidium (Sagenia) pachyphyllum Kunze, in Botan. Zeit., Bd. VI, p. 259 (1848). — Mett., Fil. hort. Lips., p. 95, tab. 21. — Luerssen, Fil. Graeff., p. 186. — Luerssen, Sam., p. 388. — Christ in Rein., Sam., p. 354. — Christ, Farnkräuter, p. 229.

Insel Upolu. An quelligen Stellen oder Flußufern auf dem Erdboden, stets im tiefen Schatten (sehr häufig in Gesellschaft von *A. latifolium* und *A. decurrens* Presl, erreicht oft bis nahe an 2 *m* Wedellänge), am Flusse Utumapu. Nr. 999. — Im Urwalde von Tiavi. Nr. 984. — Riesige Exemplare am Flusse Papaseea ober dessen Fall im humusreichen, stets durchfeuchteten Boden im tiefen Schatten. Nr. 140. — Junge Pflanzen von 15 bis 20 *cm* Höhe auf dem Berge Lanutoo. Nr. 716. Die Wedel sind noch ungeteilt, die Nervatur aber der der soritragenden Exemplare schon sehr ähnlich, im Umrisse eiförmig eliptisch, vorne zugespitzt ganzrandig, in mancher Beziehung jungen Exemplaren von *A. latifolium* J. Sm. ähnlich. (Abbildung Fig. 8).

A. decurrens Presl, Tent. Pterid., p. 88 (1836). — Luerssen, Fil. Graeff., p. 179. — Luerssen, Sam., p. 388. — Christ. in Rein., Sam., p. 354. — Christ, Farnkräuter, p. 229.

Insel Upolu. Ober Utumapu an schattigen feuchten Stellen am gleichnamigen Flusse. Nr. 598. — In tiefen Urwäldern bei Tiavi. Nr. 1271, 1269.

Stets nur an den schattigsten Stellen, meist an Flußläufen. Die Wedel werden bis 1·5 *m* lang. Der Rand der Fiedern ist oft ganzrandig, doch kommt die Endfieder an einer oder an beiden Seiten mit gewelltem Rande vor oder auch es sind alle Fiedern eines Wedels regelmäßig gewellt, wie zum Beispiel Nr. 1269 aus den tiefen schattigen Urwäldern von Tiavi zeigt.

Die Bemerkung in Christ, Farnkräuter, l. c., daß dieser Farn eine höchst typische epiphytische, Form sei, kann ich mir nicht erklären; auf den Samoainseln wenigstens, wo diese Art häufig und an vielen Standorten vorkommt, ist sie stets ein charakteristischer Erdbewohner. Auch aus Christ in Rein., Sam. l. c., p. 354, ist keineswegs zu entnehmen, daß *A. decurrens* epiphytisch vorkomme.

Fig. 8.



A. (Sagenia) latifolium J. Sm., Journal of Bot., Vol. III, p. 410 (1841). — Luerssen, Fil. Graeff. p. 388. — Luerssen, Sam., p. 182. — Christ in Rein., Sam., p. 353.

Insel Upolu. Vaiaberg (Apiaberg), in schattigen Schluchten. Nr. 1357. — Utumapu, am Flusse gleichen Namens an sehr schattigen und feuchten Stellen. Nr. 602, 499, 1583.

Kommt sehr oft mit *A. decurrens* an denselben Standorten vor und nur als Erdbewohner.

Die Nrn. 499 und 1583 sind besonders instruktiv, da sie Jugendformen repräsentieren, beide wurden unter den erwachsenen Pflanzen gefunden. Nr. 1583 ist ein junges Pflänzchen mit nur 5 ganz ungeteilten Wedeln, samt den Blattstielen 9 *cm* lang, wovon 5 *cm* auf den letzteren entfallen. Der Umriß ist dreieckig, am Ende etwas zugespitzt, an der Basis mit abgerundeten Ecken und schwach herzförmig ausgerandeter Wedelbasis, der Rand ist schwach ausgekerbt, die spätere Fiederteilung kaum angedeutet.

Nr. 499, wie die eben besprochene Pflanze vom selben Standorte und wie diese zweifellos dem *A. latifolium* Sm. zuzuzählen, enthält schon erwachsenere Exemplare von 20 bis 25 *cm* Länge (Wedel und Wedelstiel gemessen), wovon zirka 15 *cm* auf den Stiel entfallen. Der Umriß des Wedels ist noch immer länglich-dreieckig, da aber die Basis tief herzförmig ausgebuchtet ist, ist der Umriß eiförmig zugespitzt. Im untersten Dritteile der Wedel zeigt sich schon beiderseits ein tiefer Einschnitt; gegen die Spitze zu sind die späteren Fiederteilungen noch immer kaum durch leichte Einbuchtungen des Wedelrandes angedeutet. (Abbildung Fig. 9).


Fig. 9.



A. (Pleocnemia) Leuzeanum Kze. in Botan. Zeitschr., p. 474 (1846.) — Luerssen, Fil. Graeff., p. 182. — Luerssen, Sam., p. 387. — Lauterb. u. Schumann, Flora d. deutsch. Schutzgeb. d. Südsee, p. 116. — Christ, Farnkräuter, p. 231.

Var. *alsophiloides* Christ in Rein., Sam., in Engler's Bot. Jahrb., Vol. 23, p. 353 (1897).

Insel Upolu. Auf dem Berge Lanutoo in Bergkesseln, an windgeschützten Stellen, 400—500 *m* s. m. Nr. 1994. — Auf dem Vaiaberg (Apiaberg). Nr. 1394.

Der Stamm dieses prächtigen Baumfarnes erreicht 10 bis 12 *m* Höhe, die Wedel eine Länge von 5 *m*.

A. aculeatum Sw., in Schrad., Journal (1800), p. 37.

Var. *Samoense* Luerssen, Fil. Graeff. (1874), p. 174. — Luerssen, Sam., p. 383. — Christ, Farnkräuter, p. 337. — Christ in Rein., l. c., p. 350. — Burck W., Sur quelqu. form. *A. aculeatum*, in Rec. des jard. botan. Neerland., p. 33 ff. (1904).

Insel Savaii. Höchster Bergkamm des Maungaafi, zirka 1600 *m* s. m. Nr. 643.

Dieser Farn ist ein Bewohner der fast immer in Regenwolken und Nebel gehüllten Gebirgskämme der Insel Savaii, wo er im dichtesten Walde, dessen Bäume aber dort nicht mehr so hochstämmig wie in den tieferen Lagen sind, vorkommt und als Schmuck des Waldes zu bezeichnen ist. Wie schon Luerssen l. c. bemerkt, neuseeländischen Formen, den Var. *vestita* und Var. *prolifera* sehr ähnlich.

Eine Schattenform stellt Nr. 1055 vom selben Standorte vor. Nr. 1154 gehört wahrscheinlich auch hierher und enthält eine noch sterile junge Pflanze aus Patamea (Insel Savaii), Nr. 1105 solche von der Kammregion des Berges Maungaafi, welche mit ziemlicher Sicherheit hierher gehören dürften.

A. aristatum Sw. in Schrad., Journal (1800), p. 37. — Luerssen, Fil. Graeff., p. 175. — Luerssen, Sam., p. 384. — Christ, Farnkräuter, p. 240. — Christ in Rein., l. c., p. 350.

Var. *affinis* (Wall.), *Lastrea affinis* Bedd., Handb. of Ferns of Br. Ind., p. 230, tab. 118.

Insel Upolu. Vaiaberg. Nr. 1398. — Im Urwalde ober Utumapu. Nr. 574, Nr. 928, 929. — Urwald bei Tiavi. Nr. 1292.

Bei den zuletzt angeführten Exemplaren (Nr. 1292) ist das kriechende Rhizom vollkommen erhalten, welches von Beddome l. c. sehr deutlich auf Taf. 118 abgebildet wird und ein Hauptunterscheidungsmerkmal von *A. coniifolium* darstellt.

Die Exemplare von Samoa sind meist übereinstimmend und wenig variierend, diese Form ist auch über Polynesien weit verbreitet. Im Herbare des Wiener Hofmuseums liegen Exemplare, von Forster gesammelt, mit der Bezeichnung »Südsee«, von Presl als *Polystichum aristatum* Presl bestimmt, ebenso von F. Bauer auf der Insel Norfolk und ebendort von Baron Hügel gesammelte Stücke, ferner ebenfalls übereinstimmend mit diesen von Veillard (Nr. 1609) aus Neucaledonien gebracht, endlich gehört hierher Nr. 742, leg. Seemann in Fidji und von Tahiti, Novaraexpedition, Nr. 174, leg. Jelinek.

Sehr treffend ist die Bezeichnung mattgrün oder blaßgrün (Christ) für diesen Farn, doch erscheint diese Farbe erst beim Trocknen, wie ich mich in Samoa oft überzeugt habe.

A. aristatum var. *affinis* gehört zu den charakter- und tonangebenden Farnen des samoanischen Waldbodens, wie schon Luerssen nach Graeffe's Notiz l. c. hervorhebt: »Überhaupt in der montanen und submontanen Region am verbreitetsten, an steilen Abhängen meist gesellig und den Schatten der Wälder liebend, die auf diesen Inseln selbst schroffe Gebirge bekleiden«. Auch auf der Insel Savaii von mir an zahlreichen Standorten aufgefunden. Häufig teilt er denselben mit *A. membranifolium* Kunze.

A. (Eunephrodium) molle Sw. in Schrad., Journal, Jahrg. 1800, 2, p. 34. — Luerssen, Fil. Graeff., p. 184. — Luerssen, Sam., p. 386. — Christ in Rein., Sam., p. 351. — Christ, Farnkräuter, p. 243.

Insel Upolu und Savaii. Sehr häufig im Küstengebiet an offenen lichten Waldstellen, auch in Pflanzungen.

A. (Eunephrodium) cucullatum Blume, Enum. plant. Javan., fasc. 2, p. 152 (1828). — *A. dissectum* Mett. pro parte. — Luerssen, Fil. Graeff., p. 179. — Luerssen, Sam., p. 386. — Christ in Rein., Sam., p. 350. — Christ, Farnkräuter, p. 247. — Christ, Bemerk. z. d. Index fil. von C. Christensen in Hedwigia, Vol. 47, p. 148 f.

Insel Upolu. Im Tale des Flusses bei Laulii in Bananenpflanzungen der Eingeborenen. Nr. 239. — Bei Safata. Nr. 538. — An trockenen lichten Stellen, hauptsächlich den Boden der Kokospalmenpflanzungen bedeckend, bei Vailele. Nr. 7. — In Pflanzungen bei Vailele. Nr. 575. — Nächst Utumapu.

Einer der häufigsten Erdfarne auf Samoa, besonders auf offenen Plätzen, oft auch weit landeinwärts vordringend. Die ausgebildeten Wedel erhalten im trockenen Zustande eine graugrüne Färbung.

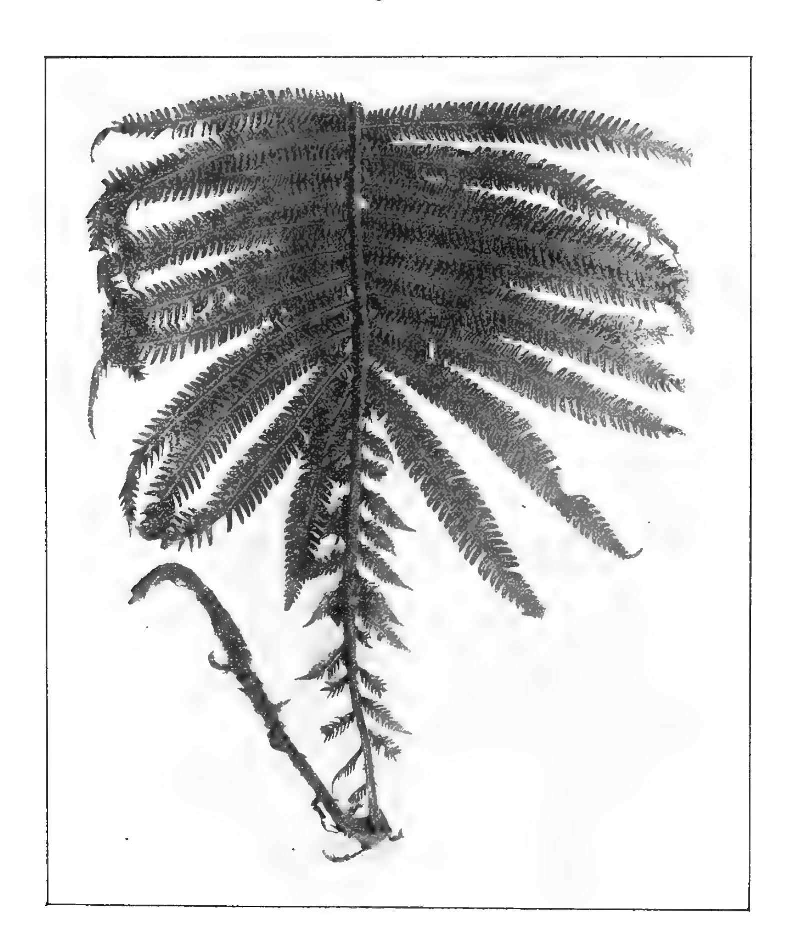
A. (Eunephrodium) hispidulum Decaisne. Nouv. Ann. Mus. Paris, Vol. III, p. 346 (1834). — Christ in Rein., Fl. d. Sam. Ins., l. c., p. 351 (1897). — Luerssen, Fil. Graeff., p. 189. — Luerssen, Sam., p. 386 (sub *A. pteroidi* Mett.). — Ettinghaus C. v., Farnkräuter, p. 186, tab. 123, Fig. 5, 10, 11.

Insel Upolu. Auf riesigen tuffartigen Anhäufungen von vulkanischer Asche auf dem Kamme des Berges Lanutoo an der Innenseite des Kraters in großer Zahl, zirka 600 bis 700 *m* s. m. Nr. 727, 728, 739.

Rhizom aufrecht, in Gruppen an Waldlichtungen.

Da die Identifizierung mit *A. hispidulum* Decaisne mir nicht vollkommen sicher erscheint, gebe ich hier eine Beschreibung der samoanischen Pflanze:

Fig. 10.

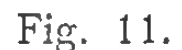


Terrestris. Rhizoma erectum, radices pilis densis fuscis obtecti, petiolus etiam densissime et brevissime villoso-pilosus, in vivo fere succulentus et fragilis in sicco itaque corrugatus, folia herbacea, mollia, griseo-viridea 1—1·5 *m* et ultra longa, 0·4—0·5 *m* lata, erecta, molliter et brevissime pilis dilute bruneis villoso-pilosa; numerus pinnarum longiorum utrinque 25—50, pinnae longiores 2·5 *cm* latae, 20—25 *cm* longae, infimae longae, basales duae vel triae basin versus refractae, ceterae fere horizontaliter patentes praeter summas. Infima folii pars obsitus pinnis minoribus sterilibus solum 3—5 *cm* longis, paulum refractis. In medio folii sori sparsi, serie simplici dispositi apicem folii versus sori densissime aggregati pinnas obtegunt. (Textabbildungen Figur 10 und 11.)

Aspidium (Eunephrodium) unitum R. Br., Prodrom. Flor. Nov. Holl., p. 148 (1810). — Christ in Rein., Sam., p. 351. — Christ, Einige Bemerkungen zu Ind. Fil. von Christensen in Hedwigia, Vol. 47, p. 148. — Christensen, Ind. Fil., p. 96, p. 70.

Insel Upolu. Nächst der Küste an feuchten, lichten Stellen bei Vailima.

Hierher zu zählen ist auch eine durch Kleinheit aller Teile und durch meist mangelnde Soribildung ausgezeichnete Kümmerform von durchschnittlich 30 *cm* Höhe, welche auf dem mageren, zeitweilig vom Wasser vollkommen bedeckten Boden des Kratersees Lanuanea, zirka 600 *m* s. m., mit verschiedenen annuellen Pflanzen eine rasenartige Vegetation bildet. Nr. 756. Die Dürftigkeit des Substrates oder der Umstand, daß die kreisrunde Kratervertiefung zum größten Teil mit Lavatrümmern, riesigen Aschen- und Schlammassen erfüllt und mehrere Monate in jedem Jahre mit Wasser bedeckt ist, weswegen diese Bildung mit Recht als intermittierender Kratersee bezeichnet werden kann, ist für das kräftige Gedeihen dieses Farnes nicht zuträglich.


Fig. 11.



In seiner Gesellschaft findet sich noch *Ophioglossum nudicaule* zwischen rasenbildenden zahllosen Exemplaren von *Echinochloa crus galli* var. *Samoanum* Hackel, dann an den Boden angedrückt winzige Exemplare von *Centipeda minuta* und *Ambulia fragrans*, ferner weiter entfernt vom Ufer des Sees, nach außenhin den Übergang der Seebodenvegetation mit der der Umgebung herstellend, *Melastoma Godeffroyi.*

Aspidium (Eunephrodium) truncatum Mett., in Ann. Mus. bot. Lugd. Bat., Vol. I, p. 243. — Presl, Tent., p. 81, als *Nephrodium.* — Luerssen, Fil. Graeff., p. 192. — Luerssen, Sam., p. 386. — Christ in Rein., Sam., p. 351. — Christ, Farnkräuter, p. 248.

Insel Upolu. Berg Lanutoo. Nahe dem Kamm des Gebirgszuges, zirka 600 *m* s. m. im Walde. Nr. 1921. — Urwald von Tiavi. Nr. 1306, 1282, 1273 in den verschiedensten Entwicklungsstadien. — An Waldrändern bei dem Orte Laulii. Nr. 186.

Immer auf der Erde feuchter schattiger Stellen in der montanen Region, stammlos. Die größten Wedel erreichen eine Länge bis zu 2 *m.*

Die samoanischen Exemplare stimmen vollkommen mit von Jelinek unter der Nr. 116 gelegentlich der Novaraexpedition gesammelten und von Luerssen bestimmten Pflanzen.

Aspidium (Lastrea) dissectum Desvaux, Annal. Linn., Vol. VI, p. 259 (von Baker) als *Nephrodium.* — Seemann, Flor. Vit., p. 360. — Luerssen, Fil. Graeff., p. 183 (1874). — Luerssen, Sam., p. 385. — Christ in Rein., Sam., p. 353. — Nat. Pflanzenfam., Vol. I, 4, p. 176, Fig. *E, F.*

Insel Upolu. Urwald bei Tiavi. Nr. 383. — Urwald ober Utumapu. Nr. 988.

Ein für die Bodenvegetation in den wenig belichteten Teilen des Urwaldes sehr bezeichnender Farn mit kurzkriechendem Rhizom.

Dem *A. membranifolium* Presl sehr ähnlich, aber von diesen durch bogig verbundene Nerven verschieden, also eine zur Gruppe *Pleocnemia* gehörige Art.

Im Herbar des Wiener Hofmuseums liegen von Presl bestimmte Exemplare. Nr. 36 und 80. Insel Luzon. Provinz Lagona, leg Cuming, ferner Nr. 249, Insel Luzon. Provinz South Ilocos, leg Cuming, an denen die bogig verbundenen Nerven oft kaum wahrnehmbar sind.

Aspidium (Eunephrodium) invisum (Forst. sub *Polypodio* von Sw.) Christ in Rein., Sam., p. 350. — Luerssen, Fil. Graeff., p. 179. — Luerssen, Sam., p. 386 (als *A. dissectum* Mett.).

Insel Upolu. In Kokospflanzungen von Motootua auf dem Erdboden. Nr. 402.

Auch an vielen anderen Orten, vorwiegend in der Küstenregion an trockeneren Gebieten wie *A. unitum* R. Br. und *A. cucullatum* Blume.

Aspidium (Eunophrodium) calcaràtum Blume, Enum. plant. Javan., fasc. 2, p. 159 (1828). — Luerssen, Fil. Graeff., p. 177. — Luerssen, Sam., p. 385. — Chist, Farnkräuter, p. 255.

Insel Upolu. Im Urwalde des Vaiaberges (Apiaberges). Nr. 115.

Insel Savaii. In zeitweise trockenen Flußbetten zwischen dem Lavagerölle ober Patamea sehr vereinzelt. Nr. 1126.

Insel Apolima. An halbschattigen Stellen auf Gerölle. Nr. 332.

Aspidium (Lastrea) patens (Desv.), Swarz in Schrad., Journ., Jahrg. 1800, 2, p. 34 (1801). — Christ in Rein., Sam., p. 352. — Christ, Farnkräuter, p. 251.

Insel Upolu. Ränder des Waldes und an lichteren Stellen desselben bei Tiavi auf dem Erdboden stammlos. Nr. 1282, 1273, 1306.

Aspidium (Lastrea) hirtipes Blume, Enum. (1828), p. 148. — Luerssen, Sam., p. 384. — Christ, Farnkräuter, p. 259. — Christ in Rein., l. c., p. 352.

Insel Savaii. In tiefen Wäldern ober der Ortschaft Aopo. Nr. 1601. — In Wäldern auf dem Kammgebiete des Berges Maungaafi, zirka 1500 *m* s. m. Nr. 622.

Im Habitus dem *A. filix màs* ähnlich, aber meistens bedeutend größer. Manche Wedel erreichen eine Länge von 2 *m* und eine Breite von 35 *cm.*

Aspidium (Lastrea) setigerum (Blume), Enum. plant. Javan., fasc. 2, p. 138 (1828), als *Cheilanthes.* — Luerssen, Fil. Graeff., p. 190. — Luerssen, Sam., p. 385. — Christ in Rein., Sam., p. 352. — Christ, Farnkräuter, p. 265.

Insel Upolu. Waldlichtungen auf dem Vaiaberge (Apiaberg). Nr. 913.

Aspidium (Lastrea) davallioides (Brak.), Luerssen, Sam., p. 100. — Luerssen, Fil. Graeff., p. 178. — Christ in Rein., Sam., p. 352.

Insel Upolu. An Bäumen im Kammgebiet ober Utumapu hinaufkletternd. Mr. 1996. — Im Urwald von Tiavi. An Bäumen. Nr. 1270. — Berg Lanutoo. Im Kammgebiet an Bäumen. Nr. 608, 1953, 614.

Insel Savaii. Zentralgebiet auf dem Vulkan Maungaafi bei zirka 1400 *m* s. m. An Bäumen hinaufkletternd. Nr. 5239.

Diese Form (Nr. 5239) unterscheidet sich von der tiefer gelegener Gebiete durch viel kleinere, starrere Wedel und noch schmäleren Zuschnitt der kleinsten Fiederteile.

Die Bemerkung in Reinecke, l. c. zu Nr. 59, »mit riesigem Rhizom« kann sich wohl nur auf die bedeutende Länge des nicht sehr starken (etwa daumendicken) Rhizomes dieser Art beziehen, die senkrecht stehende Baumstämme erklimmt und dort in bedeutenden Abständen die Wedel oft von 1·5 *m* Länge entfaltet. Die Wedel stehen fast horizontal von der Stützpflanze ab. Dieser Farn findet sich immer an Waldrändern oder etwas lichteren Waldstellen, der tiefe Schatten des Waldes ist für sein Fortkommen nicht günstig. Mitunter findet er sich auch auf dem Erdboden, aber dann stets kümmerlich und nicht sporenbildend. Zur Fruktifikation kommt es nur, wenn er sich, an Baumstämmen fast senkrecht emporkletternd, im Licht kräftig entwickeln kann.

Sehr bemerkenswert ist die große Ähnlichkeit in Wachstum und Wedelzuschnitt mit *Davallia elegans*, die ganz ähnliche Lebensbedingungen braucht wie *A. davallioides.* Tafel III unten.

Aspidium spec. Der Untergattung *Polystichum* zugehörig; da aber nur sterile Wedel vorliegen, nicht mit Sicherheit zu bestimmen. Wedel 40 bis 50 *cm* lang, 20 bis 25 *cm* breit, zweifach gefiedert, Stipes kurz, kahl, nur in seinem basalen Teile von haardünnen, glänzenden, schwarzbraunen Schuppen bekleidet.

Insel Savaii. Zentralgebiet. In Wäldern der Gipfelregion. 1500 bis 1600 *m* s. m. Nr. 1098.

Hypolepis Bernh.

Hypolepis tenuifolia (Forst.) Bernh., in Schrad., New Journ., I, 2, p. 34 (1806). — Luerssen, Fil. Graeff., p. 171. — Luerssen, Sam., p. 383. — Christ in Rein., Sam., p. 343. — Christ, Farnkräuter, p. 278.

Insel Upolu. Bergwälder des Lanutoo. Rhizom 7 bis 8 *m* lang, kletternd. Nr. 1951, 1995, 1992. — Urwald von Tiavi, zirka 400 *m* s. m. Nr. 1336, 1343, 1286.

Insel Savaii. Vulkan Maungaafi, zirka 1000 bis 1500 *m* s. m. Im Urwald. Nr. 1080.

Habituell ähnlich der *Dicksonia Moluccana* Blume.

Hypolepis aspidioides Christ in Rein., Sam., in Engl. Bot. Jahrb., Vol. 23, p. 343 (1897).

Insel Upolu. Trockenere lichtere Waldstellen bei Utumapu. Niederer Baumfarn. Nr. 987.

Insel Savaii. Ober Matautu an trockeneren, buschigen Stellen.

Oleandra Cavanille.

Oleandra neriiformis Cav., Anal. hist. nat., Vol. I, p. 115 (1799). — Luerssen, Fil. Graeff., p. 196. — Luerssen, Sam., p. 389. — Christ in Rein., Sam., p. 355. — Christ, Farnkräuter, p. 280.

Insel Upolu. Kammgebiet ober Utumapu. An Bäumen. Nr. 992. — An einem ähnlichen Fundorte bei Tiavi. Nr. 393.

Die meisten Exemplare wachsen so hoch an Bäumen, daß sie vom Boden aus nicht zu erreichen sind, nur wenige finden sich tiefer unten. Dieser Farn gehört zu den charakteristischen Bewohnern lichterer Waldstellen in exponierter Lage.

Oleandra Whitmeei Baker, in Journ. of bot. (1876), p. 11.

Syn. *O. ornata* Christ in Fil. Sar., IV., Verh. d. Naturf. Ges. zu Basel, Vol. XIII, p. 240. — Christ in Rein., Sam., in Engl. Bot. Jahrb., Vol. 23, p., 355, tab. V, Fig. 2 bis 4 (1897). — Diels in Nat. Pflanzenfarn, Vol. I, 4, p. 204, Fig. 109 C.

Insel Savaii. Höchste Region des Vulkans Maungaafi. An Bäumen. Die Wedel hängen herab.

Davalliaceae Mett.

Nephrolepis Schott.

Nephrolepis ramosa Moore, Ind. Fil., p. 102 (1858). — Luerssen, Fil. Graeff., p. 200. — Luerssen, Sam., p. 390. — Christ, Sam., p. 354. — Christ, Farnkräuter, p. 288.

InselUpolu. Bei Laulii, hoch auf Waldbäume kletternd. Nr. 845. — Apiaberg (Vaiaberg). An Bäumen Nr. 307.

Klettert vorwiegend an dünneren Stämmen von *Gardenia* und anderen Bäumen. Ausgezeichnet durch seine reihenweise angeordneten Wedel. Verleiht durch sein oft massenhaftes Vorkommen an einzelnen Waldstellen diesen einen eigenen Eindruck.

Kommt auch in Deutsch-Neuguinea vor.

Nephrolepis altescandens Baker in Hook. et Baker, Syn. Fil., p. 301 (1967). — Luerssen, Fil. Graeff., p. 203. — Luerssen, Sam., p. 392. — Christ, Farnkräuter, p. 288. — Diels in Nat. Pflanzenfarn, Vol. I, 4, p. 205.

Insel Savaii. Im »sekundären Urwald« als Epiphyt bei Sassina. Nr. 658, 85.

Insel Upolu. Urwald von Tiavi. Nr. 1320.

Textur der Blätter dünn, durchscheinend, nach dem Trocknen nicht schwarz oder schwarzbraun, sondern grünlich bleibend.

Dem *Polypodium procurrens* Kunze (= *N. altescandens* Baker) von der Insel Juan Fernandez sehr ähnlich, nur sind bei der samoanischen Pflanze die Kerbungen der Fiedern seichter.

Ein häufiger Farn der Küsten- und der tieferen Bergregion, überzieht mit seinen dünnen drahtartigen Rhizomen besonders dünne Stämme von Bäumen.

Nephrolepis cordifolia (L.) Presl, Tentamen Pteridogr., p. 79 (1836). — Luerssen, Fil., Graeff., p. 198. — Luerssen, Sam., p. 390. — Christ in Rein., Sam., p. 354. — Christ, Farnkräuter, p. 288.

Insel Upolu. Im Urwald von Tiavi. An Bäumen. Nr. 1349.

Insel Savaii. Ober Vaipouli. An Bäumen. Nr. 4493.

Bildet Reservestoffknollen und kommt nur auf Bäumen kletternd vor.

**Nephrolepis pectinata* (Willd.) Schott, Gener. Fil. ad., tab. 3 (1834). — Nat. Pflanzenfarn, Vol. I, 4, p. 207. — Christ, Farnkräuter, p. 289.

Insel Upolu. An Bäumen. Kammgebiet des Berges Lanutoo. N. 1903.

Insel Savaii. Zentralgebiet der Insel. An Bäumen des Vulkans Maungaafi, zirka 1400 *m* s. m. Nr. 1084.

Nephrolepis hirsutula Presl, Tentamen Pteridogr., p. 79 (1836). — Baker et Hook., Syn. Fil., p. 301. — Luerssen, Fil Graeff., p. 202. — Luerssen, Sam., p. 392. — Christ in Rein., Sam., p. 355. — Christ, Farnkräuter, p. 289.

Insel Apolima. Häufig. Nr. 1017.

Insel Manono.

Insel Upolu. Apiaberg. Nr. 113. — In den Pflanzungen bei Heniger. Nr. 1760. — Utumapu, Nr. 1508. — Motootua. Klettert mehrere Meter hoch auf Bäume. Nr. 1385.

Insel Savaii. Matautu. Aopo. Auf dem Mu bei Sassina.

Stimmt vollkommen mit javanischen Exemplaren (leg. Zollinger), Nr. 1458, und mit denen der Novaraexpedition aus Tahiti, Nr. 171, und von den Nikobaren (leg. Jellinek), ferner mit einem Originalexemplare Presl's.

Wird mitunter von einer Gallmilbe (*Eriophyes pauropus* Nalepa) befallen, die an den Enden der Fiedern harte, knötchenartige, von dichtem, rostrotem Haarfilz bedeckte, über hirsekorngroße Einrollungen erzeugt. (Vgl. die Textabbildung Figur 14 auf p. 147 des Teiles II dieser »Ergebnisse«.)

Dieser Farn ist wohl der gemeinste von Samoa, kommt überall an lichten Stellen in Pflanzungen in der litoralen wie montanen Zone vor. Die Wedellänge erreicht oft über 1 *m*. Lange, zähe Ausläufer befähigen die Pflanze, sich rasch zu verbreiten, und es entstehen dann oftmals ganze Dickichte von streng geschlossenen Beständen, die keine andere Vegetation zwischen sich aufkommen lassen. Seltener klettert diese Art über Felsen, mitunter auch Bäume (Nr. 1385). Sie gehört ferner auch zu den Charakterpflanzen des »Mu«, wo sie zwischen Lavablöcken, Sträuchern und niedrigen Bäumen selbst mit dem humusarmen Boden daselbst vorliebnimmt und die größte Isolation zu ertragen imstande ist.

Lindsaya Dryander.

**Lindsaya davallioides* Blume, Enum. plant. Javan., fasc. 2, p. 218 (1828). — Hook. et Baker Syn. filic., p. 111. — Christ, Farnkräuter, p. 293.

Insel Savaii. Zentralgebiet. In der Nähe der neuen Ausbruchstelle des Vulkans, August 1905, auf dem Erdboden. Nr. 4497.

Lindsaya lobata Poir., Encyclop. Suppl., Vol. III, p. 448 (1813). — Luerssen, Fil. Graeff., p. 227. — Luerssen, Sam. p. 398. — Christ in Rein., Sam., p. 342. — Christ, Farnkräuter, p. 293.

Insel Upolu. Wälder des Kammgebietes ober Utumapu, auf dem Erdboden, zirka 300 *m* s. m. Nr. 1496, 498, 978.

Insel Savaii. Zentralgebiet. In Wäldern in der Nähe der Ausbruchstelle des neuen Vulkans, August 1905, zirka 500 *m* s. m., auf dem Erdboden. Nr. 3709.

Stipites dunkelbraun.

**Lindsaya nitens* Blume, Enum., plant. Javan., fasc. 2, p. 217 (1828). — Luerssen, Fil. Graeff. p. 228. — Luerssen, Sam., p. 398 (unter *L. lobata* Poir.).

Insel Upolu. Auf dem Erdboden der Wälder des Kammgebietes ober Utumapu im tiefen Schatten. Nr. 1550, 977.

Es verdient bemerkt zu werden, daß fast alle *Lindsaya*-Arten der samoanischen Flora an denselben Standorten, also unter denselben Lebensbedingungen vorkommen, mit Ausnahme von *Lindsaya ensifolia* Sw.

Lindsaya triquetra Christ, Farnkräuter, p. 284. — Hook. and Baker, Syn., p. 93. — Luerssen, Sam., l. c., p. 398 (als *L. tenuifolia* Blume). — Luerssen, Fil. Graeff., l. c. p. 232.

Syn. *Davallia triquetra* Baker, in Hook. et Baker, Syn., p. 93. — *Odontoloma tenuifolium* Presl, Epim., p. 98, part. — *L. tenuifolia* Blume, Enum. plant. Javan., fasc. 2, p. 219 (1828) von Sw. — Christ in Rein., Sam. p. 341 (als *Davallia triquetra*).

Insel Savaii. Im tiefen Walde im Innern der Insel bei der neuen Ausbruchstelle des Vulkans, August 1905. Nr. 4492.

Insel Upolu. Im Walde im Kammgebiet ober Utumapu, zirka 500 *m* s. m. Nr. 960.

Erdbewohnender Farn, einer der zartesten der samoanischen Flora. Rhachis weißlich bis bleichgelb.

Lindsaya ensifolia Swartz in Schrad., Journ., 1800, II, p. 77. — Luerssen, Fil. Graeff., p. 226. — Luerssen, Sam., p. 398. — Hook., Spec. Fil., Vol. I, tab. 67, fig. *A* (als *L. pentaphylla*). — Christ in Rein., Sam., p., 342. — Christ, Farnkräuter, p. 297.

Insel Savaii. Auf einem »Mu« bei Matautu. Nr. 1715. — Bei Vaimea.

Ein für das »Mu« bezeichnender erdbewohnender Farn. Gewöhnlich an noch wenig verwitterten Stellen der jungen Lavaströme in Gesellschaft von *Cassytha filiformis, Gleichenia dichotoma, Lycopodium cernuum,* die noch von geringfügiger lockerer Vegetation bedeckt sind. Auch *Paspalum*-Arten und *Imperata arundinacea* finden sich dort.

Davallia Smith.

Davallia solida (Forst.) Sw. in Schrad., Journ., 1900, 2, p. 87 (1801). — Hook., Spec. Fil., Vol. I, tab. 42, *B.* — Luerssen, Fil. Graeff., p. 213. — Luerssen, Sam., p. 394. — Christ in Rein., Sam., p. 339. — Christ, Farnkräuter, p. 300.

Insel Savaii. Gipfelregion des Berges Maungaafi, über 500 *m* s. m An Bäumen. Nr. 621, 1973.

Insel Apolima. Auf dem Kraterrand auf Lavafelsen der Sonnenhitze und dem vollen Licht ausgesetzt, hier von besonders derbledriger Wedelstruktur. Nr. 807.

Insel Upolu. An Bäumen bei Motootua. Nr. 409. — Berg Lanutoo. An Bäumen. Nr. 731.

Davallia elegans Sw., in Schrad. Journal, 1800, 2, p. 87 (1801). — Beddome, Ferns of South Ind., tab. 18. — Luerssen, Fil. Graeff., p. 215. — Luerssen, Sam., p. 395 (als *D. denticulata* Mett.). — Christ in Rein., Sam., p. 339. — Christ, Farnkräuter, p. 300.

Insel Upolu. Motootua. An Bäumen. Nr. 486. — Malifa. An Bäumen. Nr. 353. — An Bäumen bei Utumapu. Nr. 1514. — In Wäldern bei Laulii. Nr. 786.

Insel Apolina. Nr. 252.

Nr. 486 stimmt vollkommen mit Exemplaren der Novaraexpedition von Tahiti Nr. 162.

**D. pyxidata* Cav., Description, p. 278 (1802). — Luerssen, Fil. Graeff., vergl. p. 211. — Luerssen, Sam., vergl. p. 395. — Hook., Spec. Fil., I, p. 169, tab. 55 *C.* — Baker in Hook., Syn. Fil., p. 96. — Christ, Farnkräuter, p. 301.

Insel Savaii. Maungaafi. An dürftig bewachsenen Stellen. Nr. 1101.

D. heterophylla Sm., in Mém. Acad. Turin, Vol. 5, p. 415 (1793). — Luerssen, Fil. Graeff., p. 204. — Luerssen, Sam., p. 393. — Beddome, Ferns of Brit. India and Ceylon, p. 46. — Beddome, Ferns of South India, tab. 100. — Christ in Rein., Sam., p. 338. — Christ, Farnkräuter, p. 303.

Insel Upolu. Im Kammgebiet von Tiavi, zirka 500 *m* s. m., an Bäumen kletternd und girlandenartig herabhängend. Nr. 1300, 1299; unter denselben Verhältnissen im Kammgebiet ober Utumapu. Nr. 973, 586. — Auf dem Gebirgskamm des Lanutoo, zirka 500 *m* s. m. Nr. 728. — Bei Motootua (nahe der Küstenregion), spärlich, steril. Nr. 1988.

Auf der Insel Savaii von mir nicht gefunden, scheint dort selten zu sein, während dieser Farn auf Upolu stets auf Gebirgskämmen zu finden ist und mit einigen epiphytischen Orchideen, besonders Bolbophyllumarten zu den Charakterpflanzen dieser Gebiete gehört.

D. parallela Wal., List. Nr. 251 (1828). — Luerssen, Fil. Graeff., l. c., p. 206, als *D. Gaimardiana* Pr. — Luerssen, Sam., p. 393. — Christ in Rein., Sam., p. 339. — Christ, Farnkräuter, p. 304.

Insel Savaii. In der Nähe der neuen Ausbruchstelle im Inneren der Insel ober Vaipouli, August 1905. Nr. 3718.

Insel Upolu. Auf dem Berge Lanutoo in Wäldern, zirka 500 *m* s. m. Nr. 923. — Im Kammgebiete ober Utumapu an Bäumen, zirka 500 *m* s. m. Nr. 607. — In Küstenwäldern bei Laulii an Bäumen. Nr. 788.

Nicht nur im Küstengebiete häufig an Kulturbäumen *(Cocos nucifera, Artocarpus incisa)*, sondern auch für das Kammgebiet bezeichnend, wo diese Art mit den Rhizomen mehrere Meter weit kriecht und die oft 20 *cm* tiefen Moosrasen durchzieht. Mitunter auch in Gesellschaft von *D. heterophylla* Sm.

D. botrychioides Bak., in Hook. et Bak., Syn. Fil., p. 90 (1867). — Hook., Icon. plant., Ser. III, Vol. 17, Nr. 1621 (1886 bis 1887), nicht Vol. 7, Nr. 1261! — Christ in Rein., Sam., p. 339.

Insel Savaii. Gipfelregion des Vulkans Maungaafi, zirka 1500 *m* s. m. Auf Bäumen. Nr. 1977.

Insel Upolu. Berg Lanutoo. In der höchsten Region an Bäumen. Nr. 1970.

D. Graeffei Luerssen, Fil. Graeff., in Schenk und Luerssen, Mitt., p. 211, 276, tab. 18 (1874) — Luerssen, Sam., l. c., p. 394. — Christ in Rein., Sam., p. 339.

Insel Upolu. Kammgebiet ober Utumapu, im lichteren Walde an Farnstämmen rankend. Nr. 584. — Kammgegiet des Berges Lanutoo. An Bäumen, oft mit Lichenen zusammen, welche ebenso wie *D. Graeffei* nur an dem vollen Licht und lebhaftem Luftzuge ausgesetzten Stellen vorkommen. Nr. 164.

D. (Prosaptia) contigua Sw., in Schrad. Journ., 1799, 2, p. 271. — Luerssen, Fil. Graeff., p. 209. — Luerssen, Sam., p. 393. — Beddome, Fil. South Ind., tab. 19. — Christ in Rein., Sam., p. 341. — Christ, Farnkräuter, p. 306.

Insel Savaii. Zentralgebiet auf dem Maungaafi, an Bäumen, 1500 *m* s. m. Nr. 632, 1090.

Die mit den Nrn. 632 und 1090 bezeichneten Exemplare enthalten Individuen von besonderer Üppigkeit; Wedellänge bis 70 *cm.*

D. (Prosaptia) Emmersonii Hook. et Grev., Icon. Fil., tab. 105 (1829). — Luerssen, Fil. Graeff., p. 209. — Luerssen, Sam., p. 393. — Christ in Rein., p. 341. — Christ, Farnkräuter, p. 306. — Beddome, Fil. South Ind., tab. 20.

Insel Upolu. Bergkamm des Lanutoo, an Bäumen mit *D. contigua* zusammen, zirka 500 *m* s. m. Nr. 1832.

Insel Savaii. Zentralgebiet. Gipfelregion des Vulkans Maungaafi. An Bäumen, zirka 1500 *m* s. m. Nr. 772.

Insel Upolu. Kammgebiet des Berges Lanutoo. An Bäumen, zirka 500 *m* s. m. Nr. 1993. — Kammgebiet ober Utumapu. Nr. 104, 922. — Urwald von Tiavi.

Hat mit der vorigen Art eine stark elastische Rhachis gemeinsam, die den Wedel im lebenden wie im trockenen Zustande stets gekrümmt erhält, in ersterem mit der konkaven Seite nach abwärts.

Die Individuen stehen einzeln an senkrechten Baumstämmen nur in der höheren Bergregion, wo heftige Niederschläge täglich vorkommen, und es ist die Elastizität des ganzen Wedels gewiß als Schutz-

vorrichtung gegen die mit Macht herabströmenden Regenmassen anzusehen, ähnlich wie *Hymenophyllum dilatatum*, nur mit dem Unterschiede, daß diese bei den Prosaptiaarten vermöge ihrer kräftigen dickledrigen Wedeltextur den klimatischen Verhältnissen in der Kammregion mit heftigen Winden, rascher Verdunstung des Niederschlagwassers etc. angepaßt sind, während das bezeichnete *Hymenophyllum* nur in windgeschützten Kesseln oder an Abhängen im dichtesten Walde wegen seiner zarten Wedeltextur sein Fortkommen finden kann. — Habituell dem *Polypodium Khasianum* ähnlich.

Über die Schwierigkeit der Unterscheidung der *Prosaptia Emmersonii* und *P. contigua* von Polypodien aus der Gruppe des *P. obliquum* Bl. und deren Einreihung als Nebengenera zu *Polypodium* siehe Christ, Einige Bem. z. Ind. Fil. von Christensen in Hedwigia, Vol., 47, p. 154.

D. Reineckei Christ in Rein., Sam., in Engl. Botan. Jahrb., Vol. 23, p. 241, tab. 5, Fig. 1 (1896). — Christ, Farnkräuter, p. 306. — Diels in Engl. Nat. Pflanzenfam., Vol. I, 4, p. 214, Fig. 115 *E—H*.

Insel Upolu. An Baumstämmen, gemeinschaftlich mit Moosen im Kammgebiet ober Utumapu, zirka 500 *m* s. m. Nr. 1821.

D. Speluncae Baker, in Hook. et Bak., Syn., p. 100 (1867).

Syn. *Microlepia Speluncae* (L.) Moore, India, XCIII (1857). — Luerssen, Fil. Graeff., p. 396. — Luerssen, Sam., l. c., p. 218. — Christ in Rein., Sam., p. 341. — Christ, Farnkräuter, p. 308.

Insel Upolu. An lichteren Stellen ehemaliger Pflanzungen bei Motootua. Nr. 338, 1249.

Insel Savaii. Bei Patamea an einem Flußlauf. Nr. 1149, 1151.

D. pallida Mett., in Linn., Vol. 36, d. 142. — Luerssen, Sam., p. 394. — Hook., Icon. plant., III. Ser., Vol. 17, tab. Nr. 1624. — Christ in Rein., Sam., p. 340.

Insel Savaii. Gipfelregion des Maungaafi, zirka 1500 *m*, an Bäumen. Nr. 1593.

Insel Upolu. An Bäumen der Kammregion bis zu 10 *m* emporkletternd. Nr. 711, 725.

Rhizom in lebendem Zustande von mehr als Bleistiftdicke, dicht mit glänzenden bräunlichen Schuppen bekleidet; die Wedel stehen fast horizontal von den Bäumen in bedeutender Entfernung voneinander ab. Einer der schönsten Epiphyten unter den samoanischen Farnen. Wedellänge bis zu 1 *m*. Der Stipes nimmt davon 35 *cm* ein, ist vollkommen kahl, auch an der Basis glatt, bleich, hohl. Die Wedel sind im frischen Zustande rötlichgrün, getrocknet mattgrün.

In der höchsten Bergregion nimmt die Fiederzahl, respektive die Größe der ganzen Pflanze bedeutend ab. Die Wedel der Exemplare von Maungaafi Nr. 1593 haben nur mehr 40 *cm* Gesamtlänge.

Davallia dubia R. Br., Prodr. Fl. Nov. Holl., p. 157 (1810).

Syn. *Dicksonia dubia* Gaudich. in Freycin. Voyage bot., p. 367 (1827). — Luerssen Fil., Graeff., p. 233. — Luerssen, Sam., p. 354. — Hook., Spec. Fil., Vol. I, tab. 24 *C*. — Christ in Rein., Sam., p. 340.

Insel Savaii. Gipfelregion des Berges Maungaafi, 1500 bis 1600 *m* s. m. An Bäumen. Nr. 1091.

In trockenem Zustande starr, etwas glänzend.

**Davallia inaequalis* Kunze in Linn., Vol. 9, p. 87 (1834). — Baker in Hook. Syn., p. 99. — Diels in Nat. Pflanzenfam., p. 216. — Christ, Farnkräuter, p. 310.

Insel Upolu. In Wäldern auf dem Apiaberg (Vaiaberg). Rhizom. kriechend. Nr. 1371.

Cyatheaceae Gaudich. Mett.

Dicksonia L'Heritier.

Dicksonia moluccana Blume, Enum. plant. Javan, fasc. 2, p. 239 (1828). — Christ in Rein., Sam., p. 363. — Christ, Farnkräuter, p. 312.

Insel Upolu. Im Urwald von Tiavi. Auf Sträucher und Bäume hoch kletternd. Nr. 1332. — Berg Lanutoo. In Urwäldern. Nr. 318, 724.

D. Samoensis Baker in Hooker et Baker, Syn. Fil., p. 462 (1874). — Luerssen, Fil. Graeff. p. 222. — Luerssen, Sam., p. 396. — Christ in Rein., Sam., p. 363.

Insel Upolu. Im Kammgebiet ober Utumapu. Nr. 589, 963.

Seltener Baumfarn.

D. Brackenridgei Mett. in Ann. sc. nat., Vol. 15, IV. Ser. (1861), p. 81.

Syn. *D. Bertersana* Hook. Luerssen Fil. Graeff., p. 232. — Luerssen, Sam., p. 354. — Christ in Rein., p. 363.

Insel Upolu. Berg Lanutoo. Im Kammgebiet, bildet niederigere Farnbäume. Nr. 696, 1905.

Die fertilen Wedeln oder Wedelteile sind von den sterilen stark verschieden.

Cyathea Smith.

Cyathea propinqua Mett., Ann. Lugd. Bat., Vol. I, p. 56 (1863). — Luerssen, Fil. Graeff., l. c., p. 235. — Luerssen, Sam., p. 355. — Christ in Rein., l. c., p. 362.

Insel Upolu. Auf dem Apiaberg (Vaiaberg). Nr. 107, 1867. — Auf dem Krater Lanutoo. Nr. 613.

Einige Meter hohe Baumfarne.

C. leucolepis Mett., Ann. Lugd. Bat., Vol. I, p. 56 (1863). — Hook. and Baker, Syn., p. 26. — Christ in Rein, l. c., p. 363.

Insel Upolu. In Bergwäldern auf dem Apiaberg (Vaiaberg), zirka 400 *m* s. m. Nr. 1384.

Der *C. propinqua* Mett. sehr nahestehend und, wie es scheint, kaum spezifisch verschieden.

Alsophila R. Brown.

Alsophila truncata Brackenridge, U. S. A. Explor. Expedit., Vol. 16, p. 289, tab. 41 (1854). — Luerssen, Fil. Graeff., p. 234. — Luerssen, Sam., p. 355. — Christ in Rein., Sam., p. 362. — Christ, Farnkräuter, p. 329.

Insel Savaii. In Urwäldern ober Aopo am Aufstiege auf den Maungaafi, zirka 1000 *m* s. m. Nr. 1100.

A. lunulata R. Br. (Prodr. Fl. Nov. Holland., p. 158, 1810). Spreng., Syst., Vol. 4, p. 124 (1827). — Luerssen, Fil. Graeff., p. 235. — Luerssen, Sam., p. 355. — Christ in Rein., Sam., p. 362.

Insel Upolu. Auf dem Berge Lanutoo. Nr. 1899, 694.

A. Vitiensis Carruthers in Seemann, Fl. Vit., p. 334 (1873). — Hook. et Baker, Syn. Fil., Ed. II, p. 41. — Luerssen, Fil. Graeff., p. 235. — Luerssen, Sam., p. 355 (als *A. lunulata* R. Br.). — Christ in Rein., Sam., p. 362.

Insel Upolu. In Urwäldern ober Utumapu. Nr. 976, 595, 1509. — In Wäldern auf dem Berge Lanutoo. Nr. 1004. — Am Wasserfalle Papaseea, auch am Ufer des gleichnamigen Flusses. Nr. 701, 116. — In Bergwäldern ober Moa-moa. Nr. 43.

Csmundaceae Brogn.

Todea Willd.

Todea Fraseri Hook. et Grev., Icon. Fil., tab. 101 (1829). — Luerssen, Fil. Graeff., p. 257. — Luerssen, Sam., p. 354.

Var. *Wilkesiana* (Brack.) Christ in Rein., Sam., p. 364. — Brack., Explor. Exped., Vol. 16, p. 309, tab. 43 (1854). — *Leptotopteris Wilkesiana* (Brack.).

Insel Upolu. Bergwälder des Lanutoo, zirka 500 bis 600 *m* s. m., in ganzen Beständen. Nr. 641.

Insel Savaii. Vulkan Maungaafi bei 1000 bis 1200 *m* s. m. Nr. 1053.

Bildet kleine 2 bis 4 *m* hohe Farnbäume mit dünnem Stamm, die Wedel sind im Leben dunkelgrün und werden beim Trocknen stets schwarz.

Vergl. Rechinger, Samoa in Karsten und Schenck, Vegetationsbilder, 6. Reihe, Heft 1, Taf. 3, ferner Tafel I unten in dieser Abhandlung.

Gleicheniaceae R. Brown.

Gleichenia Smith.

Gleichenia dichotoma Hook., Spec. Fil., Vol. I, p. 12 (1844). — Luerssen, Fil. Graeff., p. 249. — Luerssen, Sam., p. 353. — Christ in Rein., Sam.. p. 364. — Christ, Farnkräuter, p. 343.

Insel Upolu. Ober Vailele auf schattenlosem, trockenem Gebiet. Nr. 879. — Waldlichtungen bei Tiavi. Nr. 461. — Bei Utumapu. An Stelle der ehemals dort bestandenen Kaffeepflanzung. Nr. 594.

Gleichenien kommen in Samoa ähnlich wie auf den Fidjiinseln (vergl. Graeffe), nur auf sonnigen Hügeln oder Bergkämmen auf stets tonhaltigem oder tuffartigem Boden vor.

Begleitpflanzen sind mitunter *Melastoma denticulatum* oder *Cassytha filiformis, Wickstroemia indica*; auch *Morinda citrifolia* kommt an so trockenen Stellen oft vor, ferner *Lycopodium cernuum.*

Schizaeaceae Mett.

Schizaea Smith.

Schizaea dichotoma (L.) Sm., Mém. Acad. Turin., V, p. 422, tab. 9, Fig. 9 (1793. — Luerssen, Fil. Graeff., p. 253. — Luerssen, Sam., p. 353. — Christ in Rein., Sam., p. 364. — Christ, Farnkräuter, p. 345, Fig. 1091.

Insel Savaii. Zwischen Lavablöcken vor Aopo. Nr. 1040. — Zwischen Steinblöcken bei Sassina. Nr. 1655.

Wächst in großer Menge beisammen an sterilen dem Licht mehr ausgesetzten Orten und ist eine Art Anzeiger eines sterilen und mageren Bodens. Die gesammelten Exemplare erreichen bis 25 *cm* Länge.

Marattiaceae Mett.

Angiopteris Hoffm.

Angiopteris evecta (Forst.) Hoffm., Comm. Soc. Reg. Gott., Vol. 12, p. 29, tab. 5 (1796). — Luerssen, Fil. Graef., p. 257. — Luerssen, Sam., p. 399. — Christ in Rein., Sam., p. 364. — Christ,

Farnkräuter, p. 358. — Vergl. Rechinger in Karsten und Schenck, Vegetationsbilder, 2. Reihe, Heft 1, Taf. *IB* und Text.

Insel Upolu. Flußufer bei Moa-Moa. Nr. 31. — Am Papaloloa-Wasserfall, im Schatten. Nr. 1260. — Ufer des Flusses Vaisingano. Nr. 1876. — Tiavi an Waldrändern.

Insel Savaii. Flußufer bei Patamea. — Berg Maungaafi (Jugendform). Nr. 642. — Ober Aopo im Wald.

Fig. 12.



Einer der häufigsten und durch seine Größe und helles üppiges Grün auffallenden Farne der Flußufer, auch häufig in Pflanzungen. Die Breite der Fiedern erreicht oft 30 *cm*.

So oft ich in Samoa *A. evecta* sehen konnte, gelang es mir nie, die habituell so ähnliche *Marattia fraxinea* aufzufinden; jedenfalls ist diese, deren Vorkommen auf Samoa schon durch Graeffe's Sammlung sichergestellt wurde, um vieles seltener als die erstere.

Fig. 12. stellt eine Jugendform von *A. evecta* dar.

Ophioglossaceae Mett.

Ophioglossum Linné.

Ophioglossum nudicaule Linné fil Suppl., p. 443 (1781). — Hook. et Baker, Syn. Fil., p. 445. — Christ in Rein., Sam., p. 365. — Christ, Farnkräuter, p. 363.

Insel Savaii. Auf von Unkraut gereinigten Plätzen in Kokospalmenpflanzungen bei Sassina. Nr. 1057. — In einem gegenwärtig (Juli 1905) ausgetrockneten Flußbett beim Lagerplatz ober Aopo, zwischen Lavageröll mit kleinen *Elatostema*-Arten im Halbschatten, zirka 500 *m* s. m. Nr. 125.

Insel Upolu. Auf dem Boden des gegenwärtig ausgetrockneten Kraters Lanuanea (August 1905), zirka 500 *m* s. m.

Bei Sassina in größerer Menge an einer Stelle, welche wie das Flußbett ober Aopo und der seichte Kratersee Lanuanea nur in der regenreicheren Jahreszeit von Wasser bedeckt ist. Zu dem Fortkommen dieses Farnes scheint auch eine tonig-sandige Bodenbeschaffenheit notwendig zu sein. Am Lanuaneasee wächst *O. nudicaule* verborgen zwischen vielen Individuen von Cyperaceen *(Fimbristylis annua)*, ferner in Gesellschaft von *Centipeda minuta* und *Ambulia fragrans.*

O. pendulum Linné, Spec. plant Edit. II, p. 1518 (1763). — Luerssen, Fil. Graeff., p. 264. — Luerssen, Sam., p. 403. — Christ in Rein., Sam., p. 365. — Christ, Farnkräuter, p. 364.

Insel Upolu. Berg Lanutoo.

Insel Savaii. Von horizontalen Baumästen oft bis 2 *m* lang herabhängend, stets im Schatten, an der Küste bei Malo. Nr. 93. — Am Ufer des Flusses bei Patamea. Nr. 118.

Kommt sowohl in höheren Lagen wie im Küstengebiet vor.

Botrychium Swartz.

**Botrychium daucifolium* Wall., Catalog of pl. in Mus. of E., I, p. 49. — Hook. et Grev., Icon. Fil. Vol. II, tab. 161 (1829). — Hook. et Bak., Syn. Fil., p. 448. — Nat. Pflanzenfam., Vol. I, 4, p. 471. — Christ, Farnkräuter, p. 367.

Insel Savaii. In tiefen schattigen Urwäldern ober Aopo nahe dem Lagerplatz gelegentlich der Besteigung des Vulkans Maungaafi, zirka 700 bis 800 *m* s. m., auf dem Erdboden, zusammen mit anderen bodenbewohnenden Farnen und *Elatostema*-Arten einen dichten, saftigen Unterwuchs bildend. Nr.
Die sterilen Wedel dieser *Botrychium*-Art erinnern sehr an die Laubblätter von mitteleuropäischen *Chaerophyllum*- oder *Anthriscus*-Arten; nur in wenigen Exemplaren gefunden.

Die Auffindung dieses Farnes auf Samoa ist von besonderem Interresse für die Flora der Inselgruppe, weil daselbst bisher noch kein *Botrychium* aufgefunden wurde.

Lycopodiaceae.

Lycopodium Linné.

Lycopodium cernuum Linné, Spec. plant., Edit. II, p. 1566 (1763). — Spring, Monogr. d. Lycopod., p. 79. — Luerssen, Fil. Graeff., p. 267. — Luerssen, Sam., p. 402. — Pritzel in Engl. Nat. Pflanzenf., Vol. I, 4, p. 602. — Christ in Rein., Sam., l. c., p. 366.

Insel Upolu. Im Kammgebiet ober Utumapu. Nr. 593, 1467.

Insel Savaii. Auf dem alten »Mu« bei Vaipouli. Nr. 3717. — »Mu« vor Aopo. Nr. 4491.

Die in Samoa vorkommenden Pflanzen entsprechen der Form *B* Pritzel's, l. c.

L. cernuum findet sich stets an trockenen offenen Stellen, auf dem sogenannten »Mu«, relativ jungen Lavaströmen, welche noch wenig zersetzt sind und darum noch wenig Humus bieten und nur von spärlicher Vegetation bedeckt sind, stets in Gesellschaft von *Gleichenia dichotoma*; es erreicht eine Höhe von über 1 *m*, ist meist aufrecht, kommt aber auch in Gebüschen klimmend vor.

An etwas feuchteren Standorten erreichen die Blätter eine größere Länge, im eigentlichen Urwald, im tiefen Schatten kommt es niemals vor.

Von den Samoanern zusammengewunden als kranzartiger Schmuck getragen.

L phlegmaria Linné, Spec. plant., Edit. II, p. 1564 (1763). — Spring, Monogr. d. Lycopod., p. 28. — Luerssen, Fil. Graeff., p. 269. — Luerssen, Sam., p. 402. — Pritzel in Engl. Nat. Pflanzenf., Vol. I, 4, p. 599. — Christ in Rein., Sam., l. c., p. 365.

Insel Upolu. Kammgebiet. Auf Bäumen *(Gardenia)* in der Nähe des ausgetrockneten Kratersees Lanuanea. Nr. 1900. — In Urwäldern bei Tiavi von Bäumen herabhängend. Nr. 390. — Bei Vailima. Nr. 685.

Insel Savaii. Berg Maungaafi, Gipfelregion, über 1000 *m* s. m. Von Bäumen herunterhängend. Nr. 702.

Die Nr. 1900 vom Lanuaneasee entspricht der Var. *Coralium* Spring, siehe Reinecke, l. c., Samoa, p. 366.

L. pseudophlegmaria Kuhn, in Forschungsreise der Fregatte Gazelle (Botanik), p. 16, wird von Pritzel in Engl. Nat. Pflanzenfam., Vol. I,4, p. 599, auch von Samoa angegeben; möglicherweise beruht die Angabe dieser bisher nur von den Fidjiinseln bekannten Art auf einer Verwechslung. Ebenso konnte ich die von Baker in Journal of Botan., Vol. 13, p. 345, angeführten *Lycopodium*-Arten, *serratum* Thunbg., *verticillatum* L., *aqualupianum* Spr., *macrostachys* Gr. in Samoa nicht auffinden, deren Vorkommen in Samoa auch schon Reinecke, l. c., p. 366, angezweifelt hat.

Lycopodium squarrosum Forst., Prodr., Nr. 479. — Sw., Syn Fil., p. 177, p. 400. — Spring, Monogr. d. Lycopod., I., p. 23; II, p. 52. — Luerssen, Fil. Graeff., p. 270. — Luerssen, Sam., p. 402. — Pritzel in Engl. Nat. Pflanzenfam., Vol. I, p. 598, Fig. 376 *A*. — Christ in Rein., Sam., p. 365.

Insel Savàii. Berg Maungaafi in der Gipfelregion, von Bäumen herabhängend. Nr. 1726.

Insel Upolu. Auf dem Lanutoo auf Bäumen. Nr. 1904 (über 1 *m* lang). — In der Nähe des ausgetrockneten Kratersees Lanuanea. Auf Bäumen *(Gardenia)* wachsend und von diesen herabhängend. Nr. 700.

Nur an schattigen und luftfeuchten Stellen.

L. carinatum Desv., Encycl. botan. Suppl., III, p. 559. — Spring., Mononogr. d. Lycopod., I, p. 59, II, 26. — Luerssen, Fil. Graeff., p. 268. — Luerssen, Sam., p. 402. — Christ in Rein., Sam., p. 365. — Pritzel in Engl. Nat. Pflanzenfam., Vol. I, 4, p. 597.

Insel Savaii. Im Küstengebiet bei Maló an Strandbäumen, oft auch an Baumwurzeln. Nr. 97.

Insel Upolu. Von Bäumen bei dem Papaseea-Wasserfall herabhängend. Nr. 320.

Die Normalform und die Var. *laxa* Presl kam an demselben Standorte vor. Die Pflanze in ihren gedrungenen Formen von xerophytischem Typus vermag Hitze und lange dauernde Trockenheit zu ertragen, wozu auch die eigentümlichen Wurzelknollen beitragen, welche vermittelst zahlreicher sehr feiner Wurzelhaare (Mycorhiza) kleine Humusteilchen festhalten und durch Ineinanderwicklung und Verzweigung festgefügt sind.

Tmesipteris Bernh.

Tmesipteris tannensis, Bernh., in Schrad. Journ., II, p. 131, tab. 2, Fig. 5 (1800). — Spring. Monogr. d. Lycopod., II, p. 265. — Pritzel in Engl. Nat. Pflanzenfam., Vol. I, 4, p. 608, Fig 381, p. 618. — Vergl. Sykes M. G., The Anat. and Morph. of Tmesipteris in Ann. of Bot., Vol. 22, p. 64 ff. (1908). — Christ in Rein., Sam., p. 366.

Insel Savaii. Zentralgebiet. Berg Maungaafi, an Bäumen in der Gipfelregion.

Psilotaceae.

Psilotum Swartz.

Psilotum triquetrum Sw. in Schrad. Journal (1800), Vol. II, p. 109. — Luerssen, Fil. Graeff., l. c., p. 271. — Luerssen, Sam., p. 403. — Pritzel in Nat. Pflanzenfam., I., 4, p. 619. — Christ in Rein., Sam., p. 366.

Insel Savaii. Am Fuße von Kokospalmen in trockenem Boden. Nr. 89.

Nicht sehr häufig, starr, aufrecht, stets am Fuße von Bäumen, meist an Kokospalmen, nur in mehr trockenen Gebieten.

Ein auffallendes schwammartiges festes Geflecht der Wurzelorgane findet sich bei Psilotumarten immer, ebenso auch bei *Lycopodium carinatum*, weniger bei *L. phlegmaria*, besonders dort deutlich, wo die Pflanze auf trockenen Baumstämmen oder zwischen Kokospalmen (also meist in der trockenen Küstenregion) vorkommt. (Vergl. Pritzel, l. c.)

Ps. flaccidum Wall., Cat., Nr. 45. — Luerssen, Fil. Graeff., p. 271. — Luerssen, Sam., p. 403. — Pritzel in Nat. Pflanzenfam., I, 4, p. 619. — Christ in Rein., Sam., p. 366.

Insel Savaii. Auf Baumästen wurzelnd, von diesen bis über 1 *m* lang herabhängend an einem Flußlauf bei Patamea. Nr. 132.

In Samoa kommen, wie es scheint, keinerlei Übergangsformen zwischen *Ps. flaccidum* und *Ps. triquetrum* Sw. vor. Das erstere findet sich stets nur in Wäldern in feuchteren und höheren Lagen, das letztere mehr im Küstengebiet fast immer am Fuße älterer Bäume, meist Kokospalmen.

Selaginellaceae.

Selaginella Sprengel.

Selaginella Menziesii Spring, Monogr. d. Lycopod., II, p. 185 (1849). — Baker, Handb. of. Fern-Allies, p. 97. — Luerssen, Fil. Graeff., p. 273. — Luerssen, Sam., p. 406. — Christ in Rein., Sam., p. 367. — Diels in Nat. Pflanzenfam., Vol. I, 4, p. 678, Nr. 81.

Insel Savaii. Im Flußbett eines gegenwärtig (Juli 1905) ausgetrockneten Flusses bei Patamea zwischen Lavablöcken. Nr. 1121.

Stimmt mit Exemplaren von den Hawaiischen Inseln vollkommen überein.

Im Schatten zwischen Lavatrümmern unter überhängenden Felswänden, besonders in zeitweise trockenen Flußbetten größerer Wasserläufe, dort immer gesellschaftlich mitunter mit Laubmoosen und niederwüchsigen *Elatostema*-Arten. Verträgt einen ziemlich großen Grad der Trockenheit, da die Gerinne derartiger Gewässer in Samoa während der ganzen regenärmeren (»Winters«-) Zeit fast ganz ohne Wasser bleiben, Zweige und Blätter rollen sich dann ein. Beide sind ziemlich starr, die letzteren fast ledrig.

S. flabellata Spring, in Regensb. botan. Zeitung, 1838, I, p. 198. — Spring, Monogr. d. Lycopod., II, p. 174. — Luerssen, Fil. Graeff., p. 274. — Luerssen, Sam., p. 407. — Baker, Fern-Allies, p. 98. — Christ in Rein., Sam., p. 367. — Diels in Nat. Pflanzenfnm., Vol. I, 4, p. 683, Nr. 130.

Insel Upolu. Im Urwald von Tiavi. Nr. 453, 1277, 1276. — Wälder auf dem Berge Lanutoo, bis 1 *m* hohe Exemplare. Nr. 746, 1906. — Im Urwald ober Utumapu. Nr. 965, 1511.

**S. uncinata* (Desv.) Spring, Monogr. Lycopod., II, p. 109 (1849). — Baker, Handb. of Fern-Allies, p. 48 (1887). — Diels in Nat. Pflanzenfam., Vol. I, 4, p. 700, Nr. 341.

Insel Savaii. In einer Schlucht bei Patamea auf Felsen, im ausgetrockneten Flußbett mit Laubmoosen an schattigen Stellen. Die Pflanze ist im lebenden Zustande blaugrün gefärbt. Nr. 117.

S. scoparia Christ in Rein., Sam., p. 367, in Engl. Botan. Jahrb., Vol. 23 (1897). — Diels in Nat. Pflanzenfam., Vol. I, 4, p. 679, Nr. 85.

Insel Savaii. Auf dem Erdboden auf dem Vulkan Maungaafi im tiefen Wald bei zirka 1300 *m* s. m. Nr. 1089.

S. latifolia Spring, Monogr. d. Lycopod., II, p. 168. — Baker, Handb. of Fern-Allies, p. 98 (1887). — Diels, in nat. Pflanzenf., Vol. I, 4, p. 684. Nr. 141. — Christ in Rein., Sam., p. 367.

Insel Upolu. In Urwäldern auf dem Berge Lanutoo. Nr. 743. Wird bis 1·1 *m* hoch.

Folgende Nummern blieben ohne Bestimmung, da sie nur sterilen Jugendformen angehören, welche eine sichere Bestimmung nicht zulassen:

Nr. 1001 und 630 gehören Baumfarnen an, kleinere erdbewohnende Farne sind Nr. 760, 1088, 1105, 1114, 611; Epiphyten sind die Nrn. 1087 und 639.



III. CYPERACEAE.

Bearbeitet von Prof. Dr. Ed. Palla (Graz).

Die Zahl der gesammelten Arten beträgt 17. Hievon sind 8 Arten (gekennzeichnet durch[1] für die Flora der Samoainseln neu, darunter eine bisher unbeschriebene, *Carex Rechingeri*, die zweifelsohne endemisch ist, und eine unbestimmbare, von der sich nur die Zugehörigkeit zu der Gattung *Duval-Jouvea* feststellen ließ. Da Böckeler in seiner Bearbeitung der Cyperaceen in Reinecke's »Die Flora der Samoa-Inseln« (Botan. Jahrb. f. Syst., XXV, p. 585—588) 15 Arten anführt, so würde hiemit die Anzahl der für die Inseln sicher gestellten Cyperaceenarten auf 23 ansteigen; es ist mir aber wahrscheinlich, daß sie nur 22 beträgt, da die Angabe Böckeler's über das Vorkommen der *Kyllingia odorata* auf Upolu nach meinem Dafürhalten sehr problematisch ist. Die Cyperaceenflora schließt sich im großen ganzen an die des tropischen Asiens an. Beachtenswert ist die Tatsache, daß den Chlorocyperinen, im besonderen den Chlorocypereen, der Hauptanteil an der Zusammensetzung der samoanischen Cyperaceenflora zufällt. Nehmen wir an, daß die beiden Böckeler'schen »*Cyperus*«-Arten, der *C. Reineckei* und *C. flexifolius*,[1] Chlorocypereen sind, was höchst wahrscheinlich ist, so stehen 14 Chlorocyperinenarten, die sich auf 6 Gattungen verteilen und von denen 12 Chlorocypereen sind, 8 weitere Arten gegenüber, die, ebenfalls auf 6 Gattungen verteilt, sehr verschiedenen anderen Cyperaceenabteilungen angehören; die Chlorocyperinen machen also $63^1/_2$ % oder nahezu zwei Drittel der gesamten samoanischen Cyperaceenflora aus, die Chlorocypereen $54^1/_2$ % oder etwas mehr als die Hälfte.

I. Scirpoideen (Pax) Palla.

A. Rhynchosporideen Palla.

1. Rhynchospora Vahl.

1. *Rh. articulata* Schult., Mant., II, p. 49 (1824); *Schoenus articulatus* Roxb., Fl. Ind., I, p. 189 (1820); *Rhynchospora aurea* aut.; Böckeler in Botan. Jahrb. f. Syst., XXV, p. 587.

Upolu. In einem Sumpf an der Mündung des Flusses Vaisingano, Juni, 10. August (Nr. 1250 und 308).

Die mir vorliegenden Exemplare stimmen vollständig mit der Pflanze überein, die ich Gelegenheit gehabt habe, auf Java zu beobachten. Über den Unterschied zwischen *Rh. articulata* und der amerikanischen *Rh. florida* (Rudge) R. Sch. vergleiche man meine Bearbeitung der Cyperaceen in Wettstein's »Ergebnisse der botan. Expedition der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften nach Südbrasilien 1901«, I, p. 23.

---

[1] Mir aus eigener Anschauung nicht bekannt.

B. Scirpideen Palla.

a) SCIRPINEN (Pax) Palla.

2. Heleocharis R. Br.

*2. *H. sphacelata* R. Br., Prodr. Fl. N. Holl., p. 224 (1810).

Upolu. An der Mündung des Flusses Vaisingano, Mai (Nr. 298); Ufer des Kratersees Lanutoo, zirka 700 *m* über dem Meere, Juli (Nr. 609 und 1814).

b) CHLOROCYPERINEN Palla.

1. Fimbristyleen Palla.

3. Fimbristylis Vahl.

3. *F. annua* R. Sch., Syst., II, p. 95 (1817); *Scirpus annuus* All., Fl. Pedem., II, p. 277 (1785); *Fimbristylis polymorpha* Böckeler in Linnaea, XXXVII, p. 14 (1871); in Botan. Jahrb. f. Syst., XXV p. 586.

Upolu. Sumpf nahe der Mündung des Flusses Vaisingano, Mai (Nr. 310); ober Utumapu zwischen Gräsern, zirka 350 *m* über dem Meere, 23. Juni (Nr. 1554); auf dem Boden des gegenwärtig ausgetrockneten Kratersees Lanuanea, zirka 700 *m* über dem Meere, Juli (Nr. 610) und August (Nr. 752).

Savaii. Auf dem »Asau« bei Safune, Juli (Nr. 1044); auf dem »Mu« bei Aopo, zirka 600 *m* über dem Meere, Juli (Nr. 601).

*4. *F. glomerata* Nees in Fl. Brasil., II, 1, p. 77 (1842); *Scirpus glomeratus* Retz., Observ., IV, p. 11 (1786).

Savaii. Auf sehr der Sonne ausgesetzten, sonst vegetationslosen Lavablöcken am Meeresstrand be Malo, Juli (Nr. 1111 und 1113).

2. Chlorocypereen Palla.

4. Chlorocyperus Rikli.

5. *Chl. rotundus* Palla in Allg. botan. Zeitschr., VI, p. 61 (1900); *Cyperus rotundus* L., Sp. pl., ed. I, p. 45 (1753); *C. longus* f. *elongata* Böckeler in Botan. Jahrb. f. Syst., XXV, p. 585.

Upolu. Malifa, an einem Sumpf, Mai (Nr. 1741); bei Leolomuenga, 14. Juni (Rhizome).

Böckeler führt merkwürdigerweise von den Samoainseln, und zwar ebenfalls von Upolu her, nicht *Chl. rotundus*, sondern *Chl. longus* an. Das Vorkommen des *Chl. longus* auf einer der Inseln des Stillen Ozeans südlich vom Äquator wäre höchst auffallend, ist aber durchaus unwahrscheinlich; die Angabe in Böckeler's Arbeit: »Verwendung. Die aromatischen Knöllchen werden zum Parfümieren des Samoaöls benutzt« zwingt vielmehr zu der Annahme, daß Böckeler tatsächlich *Chl. rotundus* vorgelegen und von ihm mit *Chl. longus* verwechselt worden ist. Clarke gibt in seiner Arbeit »On the Indian species of Cyperus« (Linn. soc. journ., botany., XXI) unter den Standorten des *Chl. rotundus* bereits auch die Samoainseln an (a. a. O., p. 171).

6. *Chl. compressus* Palla; *Cyperus compressus* L., Sp. pl., ed. I, p. 46 (1753); Böckeler in Botan. Jahrb. f. Syst., XXV, p. 585.

Upolu. Bei Malifa, in der Nähe des Badeplatzes, 27. Mai (Nr. 1742).

Apolima. Juni (Nr. 818).

5. **Mariscus** Vahl.

7. *M. Seemannianus* Palla; *Cyperus Seemannianus* Böckeler in Linnaea, XXXVI, p. 390 (1869 bis 1870); *C. monostachys* Böckeler, l. c., p. 389; *C. Mutisii* Böckeler in Botan. Jahrb. f. Syst., XXV, p. 385.

Upolu. Bei Laulii, als Unkraut in den Bananenpflanzungen der Eingebornen, Juni (Nr. 514).

Savaii. Bei Patamea, Juli (Nr. 1173).

Apolima. 15. Juni (Nr. 814).

Böckeler führt für die Samoainseln wohl *Mariscus Mutisii* H. B. K. an, nicht aber *M. Seemannianus.* Da es höchst unwahrscheinlich ist, daß auf den Samoainseln, die sich in ihrer Cyperaceenflora sehr eng an das tropische Asien anschließen, der zentral- und südamerikanische *M. Mutisii* vorkommt, so bleibt nur die Annahme übrig, daß Böckeler in seiner Arbeit über die Samoa-Cyperaceen seinen *Cyperus Seemannianus,* der bisher nur von den Fidschiinseln her bekannt war, ohne dessen besondere Erwähnung zu tun, einfach zu *Mariscus Mutisii* gezogen hat. Diese Zusammenziehung der beiden Arten ist jedoch nicht gerechtfertigt, da sich *M. Seemannianus* von *M. Mutisii* hinreichend schon durch die rotbraunen Deckblätter und den äußerst kurzen Griffel unterscheidet. Mit Böckeler's *C. Seemannianus* ist, wie auch Clarke[1] geneigt ist anzunehmen, wohl sicher identisch sein *C. monostachys* und, da die Beschreibung des *C. monostachys* auf vollständigeres und typischeres Material basiert ist als die des *C. Seemannianus,* so sollte die Art eigentlich *Mariscus monostachys* heißen; ich ziehe es jedoch vor, ihr den Namen *M. Seemannianus* statt des durchaus unpassenden *monostachys* zu belassen, umsomehr als ja Böckeler beide Arten gleichzeitig an derselben Stelle publiziert hat.

*8. *M. cyperinus* Vahl, Enum. pl., II, p. 377 (1806); *Cyperus cylindrostachys* Böckeler in Linnaea XXXVI, p. 383 (1869 bis 1870).

Upolu. An Gräben bei Malifa, 25. Mai (Nr. 1427).

*9. *M. Sieberianus* Nees in Linnaea, IX, p. 286 (1834); *Cyperus ovularis* Böckeler in Linnaea XXXVI, p. 376 (1869 bis 1870), p. p.

Upolu. In Kokospalmenpflanzungen bei Malifa, Mai (Nr. 319); in Kakaopflanzungen von Harmann, 18. Mai (Nr. 1433); bei Utumapu, zirka 300 *m* über dem Meere, Juni (Nr. 1501); in einer ehemaligen Kokospflanzung bei Motootua, Juni (Nr. 312). — Apolima, Juni (Nr. 250).

6. **Torulinium** Desv.

10. *T. samoense* Palla; *Cyperus samoensis* Böckeler in Botan. Jahrb. f. Syst., XXV, p. 586 (1898).

Upolu. Bei Laulii, an einem Flußlauf, Juni (Nr. 794, 238).

7. **Kyllingia** Rottb.

*11. *K. monocephala* Rottb., Descr. et Ic., p. 13, t. 4, fig. 4 (1773).

Upolu. Malifa, überall häufig auf Kulturboden, Mai (Nr. 294, 1452 und 1739).

Böckeler führt für die Samoainseln nur eine einzige *Kyllingia*-Art an, und zwar *K. odorata* Vahl: »*K. odorata* Vahl. Enum. II, 382. *Forma rhizom. elongato.* In Sümpfen des Küstengebietes (n. 28, 28*a*)I

---

[1] Ch. Clarke, On the Indian species of Cyperus, in »Linn. soc. journ., bot., XXI, p. 195: »154. *C. Seemannianus* .... An differt *C. monostachys,* Boeck. in Linnaea, XXXVI, p. 389?«

Forma rhizom. subelongato. Upolu: Samea-Sumpf, Sept. 1893 (n. 54)« (Botan. Jahrb. f. Syst., XXV, p. 586). Ich halte es nicht für ausgeschlossen, daß Böckeler die oft mit recht langem Rhizom versehene *K. monocephala* in diesem Falle für *K. odorata* gehalten hat; jedenfalls wäre das Vorkommen der wohl ausschließlich amerikanischen *K. odorata* auf den Samoainseln sehr auffallend.

*12. *K. brevifolia* Rottb., Descr. et Ic., p. 13, t. 4, fig. 3 (1773).

Upolu. Sumpf nahe der Mündung des Flusses Vaisingano, Mai (bei Nr. 310).

Savaii. Auf felsigem Boden bei Malo am Strand (im Schatten), Juli (Nr. 1110).

8. Duval-Jouvea Palla.

13. *D. pennata* Palla; *Cyperus pennatus* Lam., Ill. d. genres, I, p. 144 (1791); *C. canescens* Vahl., Enum. pl., II, p. 355 (1806); Böckeler in Botan. Jahrb. f. Syst., XXV, p. 585.

Upolu. An der versumpften Mündung des Flusses Vaisingano, Mai (Nr. 283).

Diese Art, die in neuerer Zeit von Clarke zu *Mariscus* gestellt worden ist, wie dies seinerzeit schon Gaudichaud getan hat, besitzt denselben charakteristischen inneren Blattbau wie *Duval-Jouvea serotina* und *pilosa,* mit denen sie auch habituell, namentlich in der Ausbildung der Infloreszenz, genau übereinstimmt.

*14. *D.* sp.

Savaii. Auf trockenen Lavablöcken am Meeresstrand bei Malo, Juli (Nr. 1170).

Leider nicht bestimmbar, weil nur in nichtblühendem Zustande vorliegend. Die gesammelten Exemplare bestehen aus einem am Ende eines Ausläufers stehenden, bis über 1 *cm* dicken Knollen, dem ein Büschel von 10 bis 20 gekielten, sehr lang und fein zugespitzten, an den Rändern ± rauhen, $2^1/_2$ bis $4^1/_2$ *mm* breiten und zum Teil bis nahezu $^1/_2$ *m* langen Blättern aufsitzt. Die Blätter sind durch ein rudimentäres, quer oder in einer konkaven Linie verlaufendes Blatthäutchen ausgezeichnet, der erste Fall einer Ligularbildung, der mir bei Chlorocypereen begegnet ist. Der anatomische Bau der Spreiten stimmt im Hauptprinzip mit dem der Gattung *Duval-Jouvea* überein. Die Pflanze macht auf mich den Eindruck, daß es sich um eine eigene Art der Gattung handelt und nicht etwa nur um jugendliche Exemplare der vorhergehenden Art.

II. Caricoideen (Pax) Palla.

1. Sclerieen Nees.

9. Scleria Berg.

15. *Scl. polycarpa* Böckeler in Linnaea, XXXVIII, p. 509 (1874); in Botan. Jahrb. f. Syst., XXV, p. 587.

Upolu. Apiaberg, in Pflanzungen, zirka 300 *m* über dem Meere, Juli (Nr. 1235); Vaimea, Juli.

Apolima. 15. Juni (Nr. 808).

10. Hypoporum Nees.

16. *H. lithospermum* Nees in Fl. Brasil., II, 1, p. 172 (1842); *Scirpus lithospermus* L. Sp. pl., ed. I, p. 51 (1753); *Scleria lithosperma* Swartz, Prodr., p. 18 (1788); Böckeler in Botan. Jahrb. f. Syst., XXV, p. 587.

Upolu. Bei Motootua, im Urwald bei der Quelle, Juni (Nr. 311).

Savaii. Im Urwald bei Sassina, Juli (Nr. 1653).

Apolima. 15. Juni (Nr. 803).

2. Cariceen (Nees) Pax.

11. Carex L.

*17. ***C. Rechingeri*** Palla. Neue Cyperaceen, II, in Österr. botan. Zeitschr., p. 424 (1907).

Das einzige vorliegende Exemplar fast 8 *dm* hoch. Halm scharf 3 kantig, mit konkaven Flächen an den Kanten ± rauh, im untersten Teil etwa 4 *mm* dick, im Bereich der Infloreszenz rasch sich verjüngend. Blätter bis 1 *m* und darüber lang; Blatthäutchen ziemlich hoch, derb, sehr lang lanzettlich (bis 3 *cm* weit) auf der Spreite vorgezogen; Spreiten fast $1^1/_2$ *cm* breit, allmählich in ein sehr langes, schließlich kaum 1 *mm* breites Ende verschmälert, an den Rändern und oberwärts auch an der Mittelrippe scharf rauh. Infloreszenz eine einfache Traube, etwa 4 *dm* hoch; Tragblätter der beiden untersten Ährchen kurzscheidig, sehr lang und breit (das unterste über 1 *m* lang und über 1 *cm* breit), die beiden nächsten nichtscheidig, die Infloreszenz noch überragend, aber schmal, die mittleren borstenförmig, kürzer als die Ährchenstiele, die oberen sehr kurz und schmal. Ährchen 23, alle oben (im obersten Fünftel oder bis zur Hälfte) ♂, unten ♀, 9 bis 1 *cm* lang, im ♀ Teil 4 bis 5 *mm*, im ♂ 1 bis $2^1/_2$ *mm* dick, gerade, aber auf nickenden Stielen, die beiden untersten etwa 1 *dm* voneinander entfernt, die übrigen sukzessive rasch in immer kürzer werdenden Abständen übereinander entspringend; die untersten Ährchenstiele 2 bis 1 *dm* lang, 3 kantig oder zusammengedrückt — 3 kantig, an den Kanten rauh, die übrigen bald viel kürzer als ihr zugehöriges Ährchen werdend, 2 schneidig — zusammengepreßt. Deckblätter der ♂ Blüten $2^1/_2$ bis 3 *mm* lang, $^3/_4$ bis 1 *mm* breit, länglich-elliptisch bis lineal-elliptisch, an der stumpflichen oder schwach ausgerandeten Spitze sehr kurz stachelspitzig, bleich, im obersten Drittel lebhaft purpurn mit grüner Mittelrippe. Antheren $^3/_4$ bis fast 1 *mm* lang. Deckblätter der ♀ Blüthen $1^1/_2$ bis $2^1/_4$ *mm* lang, $^1/_2$ bis $^3/_4$ *mm* breit, aus eiförmigem Grunde lanzettlich, spitz oder zugespitzt, an den Rändern der Spitze rauh, 3 nervig, dunkelpurpurn mit breitem grünem oder lichtpurpurnem Mittelstreifen. Schläuche länger und breiter als ihr Deckblatt, 2 bis $2^1/_2$ *mm* lang, 1 bis $1^1/_4$ *mm* breit, zusammengedrückt — bikonvex, elliptisch, ungestielt, oben in einen sehr kurzen Schnabel zusammengezogen oder fast schnabellos, glatt beiderseits mit 7 bis 11 stark hervortretenden Längsnerven, braungrün bis braun; Schnabel schwach oder gar nicht zusammengedrückt, an der Mündung quer abgestutzt; die Epidermiszellen der Schlauchaußenseite nicht papillös. Narben 2. Frucht zusammengedrückt — bikonvex, elliptisch, dunkelbraun, schwach glänzend, $1^1/_2$ bis 2 *mm* lang, 1 *mm* breit.

Savaii. Vulkan Maungaafi, im Urwald bei 1300 *m* über dem Meere, Juli (Nr. 1106).

Von *C. samoensis* Böckeler, der einzigen bisher bekannten, von ihrem Autor etwas flüchtig beschriebenen *Carex*-Art der Samoainseln, durch die gesperrt gedruckten Merkmale verschieden. Habituell gleicht die Art in gewisser Hinsicht unserer *C. pendula* Huds. Auffallend für die Größe der Pflanze ist die Kleinheit der Antheren.

Der Vollständigkeit halber seien hier noch jene 6 Arten dem Namen nach angeführt, die sich in Böckeler's Arbeit vorfinden, der Kollektion Rechinger aber abgehen:

Rhynchospora grandifolia Böckeler.

Cyperus Reineckei Böckeler } höchst wahrscheinlich Chlorocypereen.
Cyperus flexifolius Böckeler }

Kyllingia odorata Vahl, wahrscheinlich *K. monocephala* Rottb.

Scirpodendron costatum Kurz.[1]

Carex samoensis Böckeler.

---

[1] Im Herbar des Wiener Hofmuseums fand sich nachträglich ein von Graeffe gesammeltes Exemplar von *Scirpodendron* mit der Bezeichnung: Samoa, Insel Upolu, Berg Lanutoo am Seeufer, zirka 750 *m* (2000') s. m. Nr. 17. Professor E. Palla, dem ich die Pflanze zur Überprüfung sandte, bemerkte hierzu, daß es sich sehr wahrscheinlich um einen Seitenast von *Scirpodendron costatum* Kurz handle, aber es sich wegen Mangels an Vergleichsmaterial nicht sicher feststellen lasse, welche Art von *Scirpodendron* vorliege. Nach meiner Beobachtung ist die Pflanze in Samoa gewiß sehr selten, wenigstens konnte ich sie während meines viermonatlichen Aufenthaltes daselbst nicht auffinden. Auffallend erscheint die Bemerkung Reineckes in Beitr. z. Fl. v. Samoa, p. 587, daß nämlich die Pflanze von ihm nahe der Küste in Niederungen gefunden wurde. Es müßte also *Sc. costatum* so wie manche *Pandanus*-Arten sowohl in der Nähe der Meeresküste wie am Ufer des Sees Lanutoo, also bei zirka 750 *m* (2000') Meereshöhe vorkommen.

K. Rechinger.



IV. ANATOMISCHE UNTERSUCHUNGEN SAMOANISCHER HÖLZER.

von

A. Burgerstein (Wien).

Von den Samoainseln brachte Herr Dr. Karl Rechinger auch eine zirka 140 Nummern umfassende Kollektion determinierter Hölzer.

Da über den anatomischen Bau der meisten dieser Holzarten bisher entweder nichts oder nur sehr wenig bekannt war, unterzog ich auf Wunsch Dr. Rechinger's die betreffenden Hölzer der mikroskopischen Untersuchung, deren Ergebnis hier mitgeteilt wird.

Bei der Fülle des Materiales verzichtete ich darauf, die xylotomischen Merkmale in einer so subtilen Weise zu ergründen, wie man dies z. B. in der »Anatomie tropischer Holzarten« von Ursprung oder in Janssonius' umfassender »Mikrographie« findet.

Die von mir in der Literatur eingesehenen Arbeiten, von denen ich im Texte jedesmal nur den Autor anführe, sind folgende:

J. Wiesner, die Rohstoffe des Pflanzenreiches. Leipzig (Engelmann), 1873. XIII. Abschn., Holz.

J. Möller, Beiträge zur vergleichenden Anatomie des Holzes. Denkschr. der kais. Akad. der Wissensch. Wien, math.-naturw. Kl., 36. Bd., 1876.

H. Molisch, Vergleichende Anatomie des Holzes der Ebenaceen und ihrer Verwandten. Sitzungsb. der kais. Akad. der Wissensch. Wien, math.-naturw. Kl., 80. Bd., 1879.

A. Dumont, Recherches sur l'anatomie comparée des malvacées, bombacées, tiliacés, sterculiacées. Ann. d. scienc. natur. Botanique, 7. Serie, 6. Bd., Paris, 1887.

A. Saupe, der anatomische Bau des Holzes der Leguminosen und sein systematischer Wert. Flora, 70. Jahrg., 1887.

H. Solereder. Systematische Anatomie der Dicotyledonen. Stuttgart (Enke), 1899. Ergänzungsband 1908 — Ferner des-selben Autors »Holzstruktur« 1885.

A. Ursprung. Beiträge zur Anatomie und Jahresringbildung tropischer Holzarten. Inaug. Diss. Universität Basel, 1900.

K. Wilhelm, Hölzer. In Wiesner, die Rohstoffe des Pflanzenreiches, II. Aufl., 2. Bd., XVII. Abschnitt, Leipzig, 1903.

G. Bargagli-Petrucci, Sulla struttura del legnami, raccolti in Borneo dal O. Beccari. Malpighia 17. Bd.. 1902.

H. Janssonius, Mikrographie des Holzes der auf Java vorkommenden Baumarten. (Allg. Teil des Werkes von W. Moll.) Leyden (Brill), 1906.

L. Piccioli, I caratteri anatomici per conoscere i principali legnami adoperati in Italia. Bullet. de Laborat. ed orto Botan. Siena, 1906.

W. Foxworthy, Philippine woods. The Philippine Journal of science, Botany, 2. Bd., Manila, 1907.

Einige andere xylotomische Arbeiten sind im Texte zitiert. Die Literatur über spezielle Holzanatomie ist sehr reichhaltig und vielfach nicht leicht zugänglich. Wer sich diesbezüglich näher informieren will, findet umfassende Literaturzusammenstellungen für die einzelnen Familien der Dicotyledonen in dem Solereder'schen Werke,[1] für die auf Java vorkommenden Holzgewächse (von denen bekanntlich viele Arten auch in anderen Vegetationsgebieten verbreitet sind) in Janssonius Mikrographie des Holzes, von der bei Abschluß meines Manuskriptes der I. Teil erschienen war.

Bevor ich mit der Beschreibung der einzelnen Holzproben beginne, möchte ich einige terminologische Bemerkungen vorausschicken.

Unter den Autoren herrscht darüber, was als Tracheidenfaser und was als Libriformfaser angesprochen werden soll, keine Einigung und die verschiedenen Angaben, die man über diese Holzelemente in Lehrbüchern und in xylotomischen Arbeiten findet, lassen eine klare Vorstellung schwer gewinnen. Hauptsächlich erklärt sich dies wohl daraus, daß die Natur auch hier Übergangsformen geschaffen hat. Selbst Moll, ein genauer Kenner der mikroskopischen Holzstruktur, kommt in seiner systematischen Einteilung der histologischen Bestandteile des sekundären Holzes, nachdem er verschiedene Eigentümlichkeiten der Tracheiden und der Libriformfasern angeführt hat, zu dem Schlußsatze, daß die Fasertracheiden von den Libriformfasern oft kaum zu unterscheiden sind.

Ich habe, Wiesner folgend, schon vor Jahren folgende Definition gegeben:[2] »Tracheiden sind (dünn- oder dickwandige) faserförmige Zellen des Holzkörpers mit gefäßartiger Wandverdickung. Libriformfasern sind Faserzellen, deren (in der Regel stark verdickte) Wand entweder ungetüpfelt ist oder nur einfache, spaltenförmige Poren besitzt.« Darnach habe ich mich in der vorliegenden Arbeit gehalten. In einigen Fällen, in denen die Diagnose unsicher gewesen wäre, bediente ich mich der allgemeinen Bezeichnung: Prosenchym.

Die Verteilung des Holzparenchyms kann bekanntlich in dreifacher Art sein. Entweder tritt es in vereinzelten, axialen Zellreihen zwischen dem Prosenchymgewebe auf, oder es erscheint am Holzquerschnitte in mehr oder weniger geschlossenen, tangentialen Binden, die sich wegen der Dünnwandigkeit und des Luftgehaltes der Zellen von dem umgebenden Prosenchym makroskopisch durch lichtere Farbe abheben, oder es umsäumt (im Querschnitt betrachtet) kranzförmig die Gefäße. Die von Sanio (Botan. Zeitg. 1863, p. 389) zuerst gebrauchten Bezeichnungen metatracheales und paratracheales Parenchym wurden unter anderen auch von Moll-Janssonius akzeptiert und auch ich habe mich in der vorliegenden Abhandlung vielfach dieser Namen bedient. Es scheint mir jedoch, daß die wörtliche Bedeutung der beiden griechischen Worte den tatsächlichen Verhältnissen nicht immer entspricht; denn nicht selten sind die Gefäße durch »metatracheales« Parenchym so verbunden, daß dieses nicht hinter, sondern neben den Gefäßen liegt, nämlich in einer Ebene, die den Mittelquerschnitt der Gefäße trifft. Ich würde die Termini tangentiales und perivasales Parenchym vorziehen. Den letztgenannten Ausdruck findet man übrigens schon bei Piccioli und bei Bargagli-Petrucci.

Die Markstrahlen erscheinen im radialen Durchschnitt bekanntlich in der Regel als Rechtecke, deren Länge entweder größer oder kleiner ist, als deren Höhe (eine Zwischenform bilden die Zellen mit quadratischem Umriß). Erstere hat De Bary[3] »liegende«, letztere »aufrechte« Markstrahlzellen genannt. Caspari[4] hat den aufrechten Zellen den Namen »Kantenzellen« gegeben. Dazu bemerkt Kny,[5] daß

---

[1] Auffallend ist, daß Solereder, der selbst viele xylotomische Untersuchungen gemacht hat, in den Literaturzusammenstellungen seiner »Systematischen Anatomie« Wiesner's Rohstoffe (I. Aufl.) nicht zitiert, in denen Wiesner auf Grund eigener Beobachtungen den anatomischen Bau von mehr als 50 dicotylen Hölzern mitteilt.

[2] Weitere Untersuchungen über den histologischen Bau des Holzes der Pomaceen etc. Sitzungsb. d. kais. Akad. d. Wissensch. Wien, mathem. naturw. Kl., 105. Bd., 1896, p. 580.

[3] Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane etc. Leipzig, 1877.

[4] Schriften der Physik.-ökonom. Gesellschaft von Königsberg, 1887.

[5] Ein Beitrag zur Kenntnis der Markstrahlen dicotyler Holzgewächse. Ber. d. Deutschen Botan. Ges., 8. Bd., Berlin, 1890.

der Ausdruck Kantenzellen nicht beibehalten werden kann, da in den Markstrahlen vieler Hölzer aufrechte Zellen nicht nur an den Enden, sondern auch in den mittleren Partien zwischen liegenden Zellen eingeschaltet vorkommen und es einschichtige Markstrahlen gibt, die ganz aus aufrechten Zellen aufgebaut sind.

Diese Tatsachen sind richtig und es ist unstatthaft, die aufrechten Markstrahlzellen einfach Kantenzellen zu nennen. Immerhin kann der Ausdruck »Kantenzellen« beibehalten werden, aber nur in dem Sinne, daß man darunter die Endzellen eines Markstrahles ohne Rücksicht auf deren relative Dimensionen versteht.

Kny schlägt für »liegende« Zellen den Terminus Merenchymzellen vor, mit Rücksicht darauf, »daß ihr Hauptcharakter in den zwischen ihren Stockwerken quer verlaufenden, engen Interzellularen iegt«: die »aufrechten« Markstrahlzellen nennt Kny wegen des lückenlosen Zusammenschlusses dieser Zellen Palisaden. (Eine Verwechslung mit den Mesophyllpalisaden ist bei holzanatomischen Beschreibungen wohl ausgeschlossen.) Ursprung bedient sich der Termini von Kny, Janssonius jener von De Bary.

Zur allgemeinen anatomischen Charakteristik der mir vorgelegenen, samoanischen Hölzer möchte ich folgendes bemerken: »Jahresringe« waren nahezu nirgends sichtbar; in verschiedenen Fällen waren jedoch Zuwachszonen durch geringere Gefäßzahl oder durch abwechselnde Aufeinanderfolge von Tracheidengruppen mit größerer Lichte und schwächerer Wandverdickung, beziehungsweise kleinerem Lumen und stärkerer Wandverdickung markiert. Die Markstrahlen erwiesen sich sehr häufig zusammengesetzt, indem (im tangentialen Durchschnitt) einschichtige, aus aufrechten Zellen (Palisaden) bestehende Teile mit mehrschichtigen, aus liegenden (merenchymatischen) Zellen gebildeten Teilen abwechseln. Bei einfachen Markstrahlen erwiesen sich die äußeren Zellen häufig als einschichtige Palisaden, die mittleren Partien als wenigschichtige Merenchymzellen; der Höhenunterschied dieser beiden Zellformen war oft auffallend.

Bemerkenswert ist das reichliche Vorkommen von Stärke in vielen der untersuchten Hölzer. So findet man, um nur ein Beispiel anzuführen, bei *Laportea photiniphylla* die Markstrahl- und Holzparenchymzellen mit großen Amylumkörnern vollgefüllt. Welche ernährungsphysiologische Rolle so viel »Reservestärke« bei einer tatsächlich immer grünen Holzpflanze, deren Assimilationstätigkeit durch keine Vegetationsruhe unterbrochen wird, spielt, wäre noch festzustellen.

Die meisten Hölzer sind weich (leicht schneidbar) und von geringer Dichte. Diese Eigentümlichkeiten werden durch die geringe Wanddicke und das weite Lumen der Holzfasern, unter denen das Libriform gegen die Tracheiden zumeist zurücktritt, sowie durch die häufig reiche Ausbildung von Holzparenchym bedingt. Ohne Zweifel hängen diese anatomischen Verhältnisse mit dem raschen Wachstum der betreffenden Holzpflanzen zusammen.

Die in den folgenden Beschreibungen angegebenen Dimensionen der Holzelemente sind nicht absolute Zahlen; denn bekanntlich änderen sich — innerhalb gewisser Grenzen — die Größenverhältnisse der Holzelemente bei derselben Pflanzenart je nach der Provenienz des Holzes: ob Schaft oder Astholz, ob älteren oder jüngeren Zuwächsen angehörig, ob unter für die betreffende Pflanze günstigen oder ungünstigen Vegetationsverhältnissen gebildet etc. Die Gefäße stehen bekanntlich entweder einzeln oder zu zwei bis mehreren miteinander verbunden, wobei die gemeinsame Wand eine ebene oder eine krumme Fläche bildet. Die von mir angegebenen Gefäßweiten beziehen sich auf Sologefäße; bei nicht kreisförmigem Umriß derselben auf den längsten Querdurchmesser.

Die an den zylindrischen Holzstücken gegebenen Größenangaben derselben beziehen sich auf den längsten Querdurchmesser und den darauf symmetral stehenden (exklusive Rinde).

Dicotyledones.

Anacardiaceae.

Buchanania.

Buchanania spec. Zylindrisches Holzstück, 20 + 19 *mm* (Rechinger, Nr. 3448).

Unter der Lupe erscheinen am Querschnitt große Gefäßporen und feine Markstrahlen. Holz leicht, weich, an der Radialfläche gelblichweiß.

Gefäße nicht sehr zahlreich, etwa 12 pro Quadratmillimeter des Querschnittes, 0·05 bis 0·17, im Mittel 0·11 *mm* weit, mit kleinen, behöften Tüpfeln.

Libriform dünnwandig, ziemlich weitlumig; radiale Breite im Mittel 0·016 *mm*. Wände äußerst selten Tüpfelbildung zeigend.

Holzparenchym perivasal und zwischen dem Prosenchymgewebe, im Radialschnitt in 1 bis 4schichtigen Reihen dünnwandiger, einfach getüpfelter Zellen erscheinend. Mittlere Zellenlänge 0·1 *mm*, mittlere Zellenbreite 0·03 *mm*. Als Inhalt häufig eine grünlichgelbe, amorphe Masse. Einzelne Holzparenchymzellen sind als kurze, bauchig erweiterte Idioblasten ausgebildet, die ein polysynthetisches Krystallaggregat enthalten.

Markstrahlen 1 bis 3schichtig. Zellen mitteldickwandig, mit vielen einfachen, in Berührung mit der Gefäßwand behöften Tüpfeln. Zelldimensionen recht verschieden: Höhe 0·018 bis 0·07 *mm*, Länge 0·02 bis 0·05 *mm*; die aufrechten Zellen vornehmlich in den einschichtigen Markstrahlen. In einzelnen Markstrahlzellen ein gelbbrauner, in älterem Holze schwarzbrauner Innenbelag.

Xylotomische Angaben über *Buchanania* bei Solereder, p. 280.

Mangifera.

Mangifera indica L. Zylindrisches Holzstück, 63 + 55 *mm* (Rechinger, Nr. 3420).

Unter der Lupe erscheinen im Querschnitt große Gefäßporen; ferner die Markstrahlen als feine, sehr nahe beieinander stehende Striche. Holz leicht.

Gefäße in relativ geringer Zahl, etwa 5 pro Quadratmillimeter des Querschnittes, weitlichtig, 0·13 bis 0·25, im Mittel 0·2 *mm*, dickwandig, reichlich mit großen, querovalen (0·018×0·009 *mm*) Hoftüpfeln. Meist einzeln, aber auch in kleinen Gruppen vereinigt, welch letztere meist aus einem großen und 2 bis 4 kleinen Gefäßen bestehen.

Libriform mitteldickwandig, mit spärlichen, äußerst kleinen Tüpfeln. Radiale Breite der Fasern im Mittel 0·012 *mm*.

Holzparenchym untergeordnet, in zumeist einreihigen Zügen dünnwandiger, einfach getüpfelter Zellen zwischen dem Prosenchym; häufig einen braungefärbten Inhalt führend.

Markstrahlen einschichtig oder partiell zweischichtig, bis 0·6 *mm* lang und bis 20 Zellen enthaltend. Markstrahlzellen dünnwandig, mit kleinen, in Berührung mit Gefäßwänden großen quergestreckten, einfachen Poren. Höhe 0·018 bis 0·070 *mm*; an den Kanten meist hohe (aufrechte), in der Mitte, insbesondere an den zweischichtigen Partien, niedere (liegende) Zellen.

Das mir vorliegende Holzstück hatte infolge starker Verpilzung (Mycelwucherung) eine graue Farbe.

Rhus.

Rhus simarubaefolia A. Gray. Zwei zylindrische Holzstücke, 40 + 38 *mm* und 43 + 42 *mm* (Rechinger, Nr. 3399 und 3421).

Unter der Lupe sieht man am Querschnitt zahlreiche, ziemlich große Gefäßporen sowie die Markstrahlen. Holz leicht, auf der Radialfläche grünlichweiß, respektive (Nr. 3399) grünlichgelb, glänzend, am Querschnitte lichtbraun.

Die beiden Holzproben zeigen einen im wesentlichen gleichen mikroskopischen Charakter:

Gefäße einzeln, häufig zu zwei, auch zu 3 bis 4 radial nebeneinander; Zahl 12 bis 18 pro Quadratmillimeter des Holzquerschnittes. Gefäßwände schief. Querschnitt der nicht in Gruppen stehenden Gefäße elliptisch, 0·05 bis 0·17, im Mittel 0·12 *mm* im Durchmesser. Wände mit quergestellten, ziemlich großen (0·013 *mm* breiten), dicht bei einander stehenden und sich häufig polygonal abflachenden Hoftüpfeln. In einzelnen Gefäßen Thyllenbildung.

Libriform mitteldickwandig; Zuwachszonen dadurch markiert, daß Partien von Zellen mitweiterem Lumen mit solchen mit engerem Lumen abwechseln. Radiale Breite der Frühholzfasern 0·015 *mm*, der Spätholzfasern 0·011 *mm*.

Holzparenchym sehr spärlich, Stärke und eine braune Inhaltsmasse führend.

Markstrahlen bis 0·6 *mm* lang und bis 30 Zellen enthaltend, meist der ganzen Länge nach einschichtig oder stellenweise zwei, selten dreischichtig. Markstrahlzellen relativ niedrig, im Mittel 0·017 *mm*, an den Kanten 0·026 bis 0·042 *mm*, dünnwandig mit sehr kleinen, bei Berührung mit Gefäßwänden aber großen, querovalen, einfachen Poren; als Inhalt häufig Stärke und eine braune Masse führend.

Xylotomische Angaben über *Rhus* bei Solereder, p. 280.

Anonaceae.

Anona.

Anona squamosa L. Zylindrisches Holzstück, 46+44 *mm* (Rechinger, Nr. 3526).

Unter der Lupe erscheinen am Holzquerschnitt die Markstrahlen und dazwischen in radialer Anordnung die Gefäßporen. Auf der Tangentialfläche bilden die Markstrahlen dunkelbraune, bis fast 3 *mm* lange, in der Mitte verdickte Striche. Holz lichtbraun, leicht, weich, auf Längsflächen leicht schneidbar.

Gefäße meist einzeln, aber auch zu 2 bis 3 verbunden, im ganzen von elliptischem Querschnitt. Längsachse im Querschnitt im Mittel 0·1 *mm*; Wand mit querovalen, 0·006 breiten Hoftüpfeln. Als Inhalt nicht selten eine braune Masse.

Fasertracheiden dünnwandig und weitlumig. Lichte von 0·013 bis 0·036 *mm*; mittlerer radialer Durchmesser der Fasern 0·025 *mm*. Wand mit kleinen Hoftüpfeln reichlich bedeckt.

Holzparenchym in schmalen, nahe beieinander stehenden, tangentialen Binden und den Gefäßen angelagert. Das metatracheale Parenchym erscheint am Radialschnitt in 1 bis dreischichtigen Zügen dünnwandiger, etwa 0·024 *mm* breiten Zellen, deren Wand einfache Tüpfel trägt; das paratracheale Parenchym bildet meist dreischichtige Reihen von im Mittel 0·09 *mm* langen, 0·38 *mm* breiten Zellen, welche dieselbe Tüpfelung zeigen wie die Gefäßwand.

Markstrahlen groß, bis 2·6 *mm* lang, 0·11 *mm* breit, 5 bis 7 schichtig; Zellen im Mittel 0·023 *mm* hoch, reich getüpfelt und einen braunen Inhalt führend.

Molisch hat (l. c.) *Anona Manirote* Kth., A. *reticulata* L. und A. *laevigata* Mart., Janssonius *Anona reticulata* L. xylotomisch untersucht. Beide Autoren führen meta- und paratracheales Holzparenchym sowie große, mehrschichtige Markstrahlen an. Bei *Anona laevigata* enthält nach den Beobachtungen von Molisch die überwiegende Zahl der Gefäße Calciumcarbonat, welches das Gefäßlumen auf weite Strecken erfüllt.

Xylotomische Angaben über *Anona* auch bei Solereder, p. 43.

Cananga.

Cananga odorata Hook. fil. Zylindrisches Holzstück, 30+29 *mm* (Rechinger, Nr. 3418).

Unter der Lupe sieht man Gefäßporen und braune, ziemlich weit von einander abstehende Markstrahlen. Holz von lockerem Gefüge, sehr leicht und weich.

Gefäße einzeln oder in Gruppen bis 6 angeordnet. Gefäßzahl etwa 8 pro Quadratmillimeter des Querschnittes. Durchmesser 0·06 bis 0·15 *mm.* Wand mit quergestellten, elliptischen Hoftüpfeln.

Fasertracheiden sehr dünnwandig und weitlumig mit kleinen Hoftüpfeln. Infolge der auffallend dünnen Wand dieser Fasern und ihrer großen Lichte, die bis 0 054 *mm,* im Mittel 0·040 *mm* beträgt, ist das Holz außerordentlich leicht.

Holzparenchym in sehr nahe beieinander stehenden (etwa 25 kommen auf die Länge eines Millimeter,) einschichtigen, tangentialen Binden und auch perivasal. Die Parenchymzellen, welche den Gefäßwänden angelagert sind, besitzen dieselbe Tüpfelung wie die Gefäße.

Markstrahlen bis 3 *mm* lang und bis 0·25 *mm* breit, 1 bis 6 schichtig und bis 70 Zellen in axialer Richtung vereinigend. Diese Zellen sind sehr groß, im Mittel 0·04 *mm* hoch und 0·05 *mm* lang. sie führen braunen Inhalt.

Xylotomische Angaben über *Cananga* bei Solereder, p. 44.

Apocynaceae.

Cerbera.

Cerbera Manghas Hamilt. Zylindrisches Holzstück 33 + 28 *mm* (Rechinger Nr. 3471).

Unter der Lupe sieht man am Holzquerschnitte die Gefäßporen, vielfach kurze Ketten in radialer Anordnung bildend, ferner äußerst feine Markstrahlen. Holz braun, weich, von mittlerer Schwere. Auffallend ist das Vorkommen von großen Korkwarzen auf der Rinde.

Gefäße einzeln, häufig zu mehreren (bis 8) radial neben einander gelagert; Durchmesser 0·05 bis 0·12, im Mittel 0·09 *mm*; Wand mit sehr kleinen (0·005 *mm*) Hoftüpfeln.

Fasertracheiden, die Hauptmasse des Holzes bildend, dünnwandig, weitlumig, mit zerstreut stehenden Hoftüpfeln.

Libriform untergeordnet, in Fasersträngen zwischen den Tracheiden, dickwandig; radiale Breite 0·014 *mm.*

Markstrahlen bis 1 *mm* lang, in der Regel einschichtig und dann meist aus aufrechten Zellen bestehend, oder partienweise zweischichtig und hier kurzzellig, manchmal auch 1 bis 2schichtige, kurzzellige Partien mit hochzelligen Partien abwechselnd; an den Kanten immer palisadenförmige Zellen Markstrahlzellen 0·02 bis 0·10 *mm* hoch; die liegenden durchschnittlich 0·024, die aufrechten 0·052 *mm* hoch. Im Inneren große, unregelmäßig gestaltete, braune Inhaltskörper.

Bargagli hat (p. 364) eine *Cerbera* spec. holzanatomisch beschrieben.

Gynopogon.

Gynopogon bracteolosus K. Schum. Dünnes, zylindrisches Holzstück 6 + 6 *mm* (Rechinger Nr. 3457).

Unter der Lupe erscheinen zahlreiche Gefäßporen.

Gefäße fast nur einzeln, 0·04 bis 0·14, im Mittel 0·09 *mm* weit, mit sehr kleinen Hoftüpfeln. Zahl der Gefäße etwa 65 pro Quadratmillimeter des Querschnittes. Da mir ein nur 6 *mm* dickes Stengelstück zur Verfügung stand, dürften in Rücksicht darauf, daß *Gynopogon* eine Liane ist, die Gefäße in älteren Zuwächsen ein viel größeres Lumen besitzen.

Fasertracheiden im Querschnitt in radialen Reihen, ziemlich dickwandig; Lumen zwischen 0·018 und 0·006 *mm*; mit Abnahme des Lumens ist eine Zunahme der Wanddicke bis 0·005 *mm* verbunden (Zuwachszonen). An der Radial- und Tagentialwand reichlich behöfte Tüpfel mit kreisrundem Hof und spaltenförmigem Porus.

Holzparenchym perivasal, im Radialschnitt in 1 bis 5schichtigen Reihen dünnwandiger, durchschnittlich 0·022 *mm* breiter Zellen erscheinend.

Markstrahlen teils einschichtig, hochzellig (bis 0·135 *mm* Zellhöhe), teils zweischichtig, kurzzellig. Höhe der aufrechten Zellen durchschnittlich 0·085 *mm*, der liegenden 0·018 *mm*. Auffallend sind die aufrechten Markstrahlzellen durch die bedeutende Höhe und geringe Breite.

Araliaceae.

Meryta.

Meryta macrophylla Seem. Zylindrisches Holzstück 24 + 23 *mm* (Rechinger Nr. 3525).

Unter der Lupe erscheinen die Markstrahlen als lichte Striche verschiedener Dicke und die Gefäße als weiße Punkte auf dunkelbraunem Grunde. An Radialflächen bilden die Markstrahlen breite, dunkelbraune Streifen, am Tangentialschnitt dunkelbraune Striche auf lichtbraunem Grunde.

Gefäße häufig in Gruppen zu 2 bis 10 mit radialer, tangentialer oder unregelmäßiger Anordnung; mit leiterförmiger Durchbrechung und Treppenhoftüpfeln. Gefäßdurchmesser 0·04 bis 0·1, im Mittel 0·064 *mm*.

Libriform dickwandig, Lumen 0·013 bis 0·005 *mm*.

Holzparenchym zwischen den Libriformfasern gelagert, dünnwandig, Stärke führend.

Markstrahlen bis 2 *mm* lang, meist 3 bis 4schichtig. Zellen von verschiedener Höhe; die liegenden Zellen durchschnittlich 0·027 *mm*, die aufrechten 0·042 *mm* hoch; letztere nicht nur an den Kanten, sondern auch im Innern der Markstrahlen (als »Hüllzellen«).

Polyscias.

Polyxi$_a$s Reineckii Harms. Zylindrisches Holzstück 15 + 14 *mm* (Rechinger Nr. 3460).

Die Lupe läßt am Holzquerschnitte kräftige Markstrahlen sowie die Gefäße als weiße Punkte erkennen. Holz lichtbraun, weich. Am Längsschnitte erkennt man, daß das Mark 6 *mm* im Durchmesser hat, so daß der Holzkörper nur 4 *mm* dick ist.

Gefäße meist einzeln, aber auch zu zweien, 0·045 bis 0·09 *mm* weit, mit quergestreckten, bis 0·03 *mm* langen, schmalen, behöften Tüpfeln (Treppenhoftüpfel).

Fasertracheiden ziemlich dickwandig, mit dünnen, horizontalen Querwänden und behöften Tüpfeln. Lumen 0·008 bis 0·023 *mm*. Am Radialschnitt erkennt man Übergänge von Fasern mit weiterem Lumen und dünner Wand zu solchen mit engerem Lumen und dicker Wand.

Markstrahlen bis 1·5 *mm* lang und 0·1 *mm* breit; 1 bis 5-, meist 3 bis 4schichtig. Höhe der Kantenzellen (meist beiderseits nur eine) im Mittel 0·078 *mm*, die der übrigen Markstrahlzellen 0·033 *mm*. Wand mit zahlreichen kleinen Tüpfeln, in Berührung mit Gefäßen so große, treppenförmige Tüpfel wie an diesen. Inhalt Stärke.

Aristolochiaceae.

Aristolochia.

Aristolochia cortinata Reinecke. Zylindrisches Holzstück 10 + 10 *mm* (Rechinger Nr. 3472).

Unter der Lupe sieht man auffallend viele und große Gefäßporen. Holz licht graubraun.

Gefäße groß (die Pflanze ist eine Liane), 0·15 bis 0·34, im Mittel 0·25 *mm*, im Durchmesser; dickwandig, mit zahlreichen quergestreckten (0·01 *mm*) Hoftüpfeln. Gefäßglieder kurz.

Fasertracheiden mitteldickwandig, weitlumig; mittlere radiale Breite 0·022 *mm*, mit zahlreichen relativ großen, oft gekreuzten Hoftüpfeln.

Holzparenchym in kurzen, tangentialen Binden, auf dem Radialschnitt in 1 bis 4schichtigen Reihen dünnwandiger, durchschnittlich 0·10 *mm* langer und 0·03 *mm* breiter Zellen. Wand mit kleinen, querovalen Tüpfeln.

Markstrahlen bis 50 Zellen hoch und bis 1 *mm* lang, meist einschichtig, selten zweischichtig. Zellen im Mittel 0·021 *mm* hoch, dünnwandig, reich getüpfelt, in Berührung mit Gefäßwänden wie diese behöft getüpfelt, sehr häufig kugelige braune Inhaltskörper von 0·005 *mm* Durchmesser führend. Diese liegen in der Radialansicht der Markstrahlzellen meist in einer horizontalen Reihe nebeneinander, weshalb im Tangentialschnitt in jeder Zelle in der Regel ein solcher brauner Inhaltskörper sichtbar ist.

Xylotomische Angaben über *Aristolochia* bei Solereder, p. 775.

Artocarpeae.

Antiaris.

Antiaris spec. Zylindrisches Holzstück 19 + 16 *mm* (Rechinger Nr. 3531).

Unter der Lupe sieht man am Holzquerschnitte zahlreiche lichte Holzparenchymringe. Holz bräunlichweiß, ziemlich leicht, von mittlerer Härte.

Holz arm an Gefäßen; diese einzeln oder zu 2 bis 5 in radialen Reihen, Durchmesser 0·04 bis 0·09 *mm*. Wand mit Hoftüpfeln.

Libriformfasern im Querschnitt fast kreisrund, sehr dickwandig (0·008 *mm*) und so englumig, daß das Lumen nur als kleine schmale Spalte oder als Punkt erscheint. Mittlere radiale Breite 0·019 *mm*.

Holzparenchym, die Hauptmasse der axialen Elemente bildend, metatracheal, auf dem Radialschnitt in nahe bei einander stehenden, 1 bis 3schichtigen Zellreihen zwischen dem Libriform. Zellen 0·05 bis 0·14, im Mittel 0·08 *mm* lang und etwa 0·025 *mm* breit; dünnwandig, mit einfachen Poren. Im Inhalt häufig runde Stärkekörner.

Markstrahlen abwechselnd aus einschichtigen und zweischichtigen Partien zusammengesetzt; die einschichtigen Teile aus aufrechten, im Mittel 0 045 *mm* hohen Zellen, die zweischichtigen aus niederen im Mittel 0·018 *mm* hohen Zellen gebildet. Die aufrechten Zellen sind (tangential) etwa doppelt so breit

wie die liegenden Zellen. Wo aufrechte Markstrahlzellen an Gefäßwände grenzen, besitzen sie große, quergestellte, einfache Tüpfel.

Im mikroskopischen Querschnitt bilden die nahe bei einander stehenden Markstrahlen und Holzparenchymzüge eine engmaschige Felderung, deren Innenräume das fast bis zum Verschwinden des Lumens verdickte Libriform inselartig ausfüllt.

Xylotomische Angaben über *Antiaris* bei Solereder, p. 871.

Artocarpus.

Artocarpus incisa L. Zylindrisches Holzstück, 63 + 57 *mm* (Rechinger Nr. 3489).

Unter der Lupe erkennt man am Querschnitt große Gefäßporen, welche im ganzen radiale Anordnung zeigen, ferner die Markstrahlen. Holz braun, von mittlerer Härte und Schwere.

Gefäße einzeln oder zu 2 bis 3 radial nebeneinander, etwa 6 per Quadratmillimeter, 0·09 bis 0·20, im Mittel 0·15 *mm* weit, mit querovalen (0·014 × 0·008 *mm*) Hoftüpfeln.

Fasertracheiden im Querschnitt des Holzes radial angeordnet, dünnwandig, mit zahlreichen Hoftüpfeln; mittlere radiale Breite 0·025 *mm*.

Holzparenchym teils perivasal, teils in kurzen, tangentialen, einschichtigen Zügen die nahe beieinander stehenden Markstrahlen kreuzend. Die Parenchymzellen, welche die Gefäße umgeben, sind im Mittel 0·07 *mm* lang und 0·04 *mm* breit; ihre Wand führt, gleich jener der Gefäße, behöfte Tüpfel; die Zellen des metatrachealen Parenchyms sind im Mittel 0·15 *mm* lang, 0·03 *mm* breit und haben einfache hoflose Wandtüpfel.

Markstrahlen 1 bis 4schichtig, häufig dreischichtig; Zellen dünnwandig, reichlich porös, in Berührung mit Gefäßwänden hofgetüpfelt, nach Höhe und Länge sehr ungleich: $h = 0 \cdot 013 - 0 \cdot 05$ *mm*, $l = 0 \cdot 013 - 0 \cdot 06$ *mm*. Die einschichtigen Strahlen bestehen im allgemeinen aus aufrechten Zellen; bei den mehrschichtigen wechseln Zellreihen niedriger (liegender) mit Zellreihen hoher (stehender) Zellen ab; auch die Länge der Zellen zeigt innerhalb derselben Markstrahlzellreihe verschiedene Maße. Die Querwände sind nach verschiedenen Richtungen orientiert, gerade, gebogen; die Markstrahlzellen zeigen somit eine Mannigfaltigkeit nach Form und Größe. Als Zellinhalt tritt ein brauner, körniger Inhalt und Stärke auf.

Von Möller (p. 328) und von Ursprung (p. 5) wurde *A. integrifolia* L, von Bargaglia (p. 290) *A. polyphema* Pers., *A. Gomeziana* Wall., *A. Kemando* Miq., *A. superba* Becc., von Foxworthy *A. Cumingii* Trec. xylotomisch beschrieben.

Holzanatomische Angaben über *Artocarpus* auch bei Solereder, p. 871.

Ficus.

Ficus bengalensis L. Zylindrisches Holzstück 65 + 63 *mm* (Rechinger Nr. 3496).

Unter der Lupe sieht man zahlreiche Gefäßporen, kräftige Markstrahlen und zarte, tangentiale Holzparenchymbinden. Holz bräunlichweiß, ziemlich hart und schwer.

Gefäße fast nur einzeln, in radialer Anordnung, 0·04 bis 0·14, im Mittel 0·10 *mm* weit, mit kleinen, kreisrunden Tüpfeln.

Fasertracheiden und Libriform die Hauptmasse des Holzes bildend. Die ersteren haben eine durchschnittliche radiale Breite von 0·018 *mm*, eine Lichte von 0·009 bis 0·014 *mm* und besitzen reichlich kleine behöfte Tüpfel; die Libriformfasern sind dickwandiger, ihr Lumen nur 0·002 bis 0·009 *mm*; an der Wand treten sehr spärlich kleine, spaltenförmige Tüpfel auf. In der Umgebung der Gefäße sind nur Fasertracheiden vorhanden.

Holzparenchym metatracheal, in meist einschichtigen Reihen dünnwandiger, im Mittel 0·023 *mm* langer, 0·018 *mm* breiter Zellen zwischen dem Prosenchymgewebe.

Markstrahlen 1 bis 3schichtig. Höhe der Zellen nicht viel differierend; auch die Kantenzellen sind nicht durch eine besondere Höhe auffallend. Durchschnittliche Höhe der (merenchymatischen) Zellen 0·0184 *mm*. Zellwand, auch in Berührung mit Gefäßen mit sehr zahlreichen, kleinen, hoflosen Tüpfeln. Im Inhalt hin und wieder ein Krystall.

Eine Schilderung der Holzanatomie von *F. bengalensis* findet sich auch bei Möller (p. 328).

Diese Holzprobe stammt von einem kultivierten Exemplare aus Honolulu.

F. longecuspidata Warb. Zylindrisches Holzstück 15 + 14 *mm* (Rechinger Nr. 966).

Unter der Lupe zeigt der Holzquerschnitt ziemlich große Gefäßporen, konzentrische Holzparenchymringe und feine Markstrahlen. Holz weiß, leicht.

Im mikroskopischen Querschnitt bilden die Markstrahlen mit den Holzparenchymzügen eine zierliche Felderung, die von den Sklerenchymfaserbündeln ausgefüllt wird. Die Gefäße liegen je nach ihrer Querschnittsgröße und der Breite der Holzparenchymzüge ganz oder zum Teil in letzteren.

Gefäße einzeln oder zu 2 bis 3, radial geordnet; Querdurchmesser 0·06 bis 0·12, im Mittel 0·09 *mm*; Wand mit dichtstehenden Hoftüpfeln.

Sklerenchymfasern mitteldickwandig, durchschnittlich 0·018 *mm* radial breit, mit sehr kleinen spaltenförmigen oder schwach behöften Tüpfeln.

Holzparenchym reichlich entwickelt; am Radialschnitt in 2 bis 7 schichtigen Reihen von durchschnittlich 0·09 *mm* langen, 0 019 *mm* breiten Zellen. Diese dünnwandig, reichlich getüpfelt, runde Stärkekörner, hin und wieder auch Kalkoxalatkrystalle enthaltend.

Markstrahlen bis 0·8 *mm* lang, 1 bis 5schichtig. Die einschichtigen Strahlen aus mäßig hohen (Mittel 0·031 *mm*) Zellen bestehend, die entweder liegend oder aufrecht sind. Die mehrschichtigen Strahlen viel häufiger und der Hauptmasse nach aus niederen (Mittel 0·016 *mm*) Zellen zusammengesetzt; nur an den Kanten eine oder wenige aufrechte Zellen; solche auch manchmal als Hüllzellen. Wand mit sehr kleinen, in Berührung mit Gefäßen mit großen, einfachen Tüpfeln. Inhalt gleich dem der Holzparenchymzellen.

F. tinctoria Forst. Drei zylindrische Holzstücke: 33 + 32 *mm*; 33 + 30 *mm*; 39 + 37 *mm* (Rechinger Nr. 3440, 3467, 3501).

Unter der Lupe sieht man im Holzquerschnitte Gefäßporen, ferner Markstrahlen als feine Streifen und tangentiale Bogenlinien (metatracheales Holzparenchym). Holz weich, leicht schneidbar.

Gefäße einzeln oder zu 2 bis 3, in geringer Zahl, etwa 6 pro Quadratmillimeter des Querschnittes. Durchmesser 0·08 bis 0·18, im Mittel 0·14 *mm*. Wand mit querovalen Tüpfeln und stellenweise feiner Streifung.

Libriform mitteldickwandig, mit spärlichen, spaltenförmigen Tüpfeln. Durchschnittliche radiale Breite 0·018 *mm*.

Holzparenchym reichlich vorhanden, in 2 bis 8schichtigen Zellenzügen zwischen dem Prosenchym, metatracheal, dort, wo Gefäße in den Parenchymbändern liegen, auch perivasal. Zellen durchschnittlich 0·085 *mm* lang, 0·021 *mm* breit, mit einfachen Tüpfeln; als Inhalt Stärke und hin und wieder ein Kalkoxalatkrystall.

Markstrahlen 1 bis 6schichtig; die mehrschichtigen Strahlen setzen sich von im Mittel 0·018 *mm* hohen Zellen zusammen; die einschichtigen Kantenzellen sind bedeutend höher, im Mittel 0·045 *mm*. Markstrahlzellen reich getüpfelt; Tüpfel klein, in Berührung mit den Gefäßwänden erscheinen große, schmale oder eiförmige Tüpfel. Manche Zellen enthalten Einzelkrystalle von oxalsaurem Kalk.

Asclepiadaceae.

Hoya.

Hoya pubescens Reinecke. Hohler, krautiger Stengel von 5 *mm* Durchmesser; Dicke des Holzkörpers 2 *mm* (Rechinger Nr. 3455).

Unter der Lupe sieht man große Gefäßporen. Das Holz ist sehr einfach gebaut; es besteht aus weitlumigen Gefäßen, Ersatzfasern und Markstrahlen.

Gefäße meist einzeln, weit, 0·05 bis 0·18, im Mittel 0·1 *mm* im Querdurchmesser; Wände mit kleinen quergestellten Hoftüpfeln.

Prosenchym aus dünn- oder mittel dickwandigen, durchschnittlich 0·02 *mm* breiten, einfach getüpfelten Faserzellen (Ersatzfasern) zusammengesetzt.

Markstrahlen einschichtig, aus im Mittel 0·067 *mm* hohen und 0·027 *mm* breiten, aufrechten Zellen bestehend. Wände mit einfachen, in Berührung mit der Gefäßwand mit behöften Tüpfeln.

Aurantiaceae.

Citrus.

Citrus Aurantium Risso. Zylindrisches Holzstück 33 + 31 *mm* (Rechinger Nr. 3442).

Unter der Lupe erscheinen die Gefäßporen, ferner die Markstrahlen als gerade, lichte Linien und das Holzparenchym in lichten, scharf ausgeprägten Bogenlinien. Holz bräunlichweiß, besonders am Hirnschnitt; von mittlerer Härte.

Gefäße einzeln oder zu 2 bis 3, unregelmäßig über den Querschnitt verteilt, dickwandig, kurzgliedrig, mit sehr kleinen (0·004 *mm*) Hoftüpfeln. Durchmesser 0·045 bis 0·10, im Mittel 0·072 *mm*.

Libriform dickwandig, englumig; radiale Breite durchschnittlich 0·012 *mm*.

Holzparenchym reichlich, in tangentialen Binden; im Radialschnitt in 2 bis 5schichtigen Reihen durchschnittlich 0·08 *mm* langer, 0·013 *mm* breiter, einfach getüpfelter Zellen.

Krystallkammerfasern sehr häufig, bis 0·6 *mm* lang, je einen Kammerkrystall enthaltend.

Markstrahlen 1 bis 4, zumeist 2 bis 3reihig, bis 0·6 *mm* lang; größte Breite 0·065 *mm*. Markstrahlzellen in der Höhe wenig differierend, auch die Kantenzellen kaum höher als die Mittelzellen. Durchschnittliche Maße: Höhe 0·017 *mm*, Länge 0·060 *mm*, Breite 0·015 *mm*. Wände mit einfachen Poren, in Berührung mit Gefäßwänden mit behöften Tüpfeln.

Von Möller wurde (p. 379) die Holzanatomie von *C. vulgaris* Risso beschrieben. Nach diesem Autor haben auch *C. medica* Risso, *C. Aurantium* Risso, *C. decumana* L. und *C. japonica* Thunbg. im wesentlichen denselben Holzbau. Piccioli macht (p. 135) xylotomische Angaben über *C. medica, Limonum* und *Aurantium*.

Bixaceae.

Flacourtia.

Flacourtia Rukam Zoll. Zylindrisches Holzstück 43 + 35 *mm* (Rechinger Nr. 3508).

Unter der Lupe erscheinen auf dem Querschnitt die Gefäße ziemlich regelmäßig verteilt und die Markstrahlen als feine Linien. Holz braun, von mittlerer Härte und Schwere.

Gefäße meist einzeln, auch zu 2 bis 4 aneinandergereiht, im Querschnitt elliptisch oder eiförmig. 0·03 bis 0·09, im Mittel 0·06 *mm*; Querwände zumeist schief geneigt, Längswände mit kleinen, behöften Tüpfeln.

Litriform in 1 bis 3 radialen Reihen zwischen den Markstrahlen. dickwandig, mit sehr dünnen Querwänden. Radialer Durchmesser im Mittel 0·016, tangentialer häufig nur 0·04 bis 0·05 *mm*. Auf dem Radialschnitt werden durch die ungleiche Lichte und Wandverdickung der Libriformfasern Zuwachszonen markiert. Das Lumen reduziert sich von 0·018 bis 0·004 *mm*, die Wand verstärkt sich von 0·005 auf 0·009 *mm*. Tüpfel sehr klein und spärlich.

Markstrahlgewebe reichlich vorhanden; Markstrahlen bis 3 *mm* lang, entweder einschichtig aus hohen (0·05 *mm*) Zellen bestehend oder partienweise aus einschichtigen, hohen (palisadenförmigen) und 2 bis 4schichtigen, niederen (merenchymatischen) (0·018) Zellen zusammengesetzt. Der Höhenunterschied der beiden Zellarten ist auffallend; die aufrechten Markstrahlzellen haben auch eine größere (tangentiale) Breite als die liegenden. Markstrahlzellen mit einfachen, in Berührung mit einer Gefäßwand mit behöften Tüpfeln. Als Inhalt findet man rotbraune Massen, ab und zu auch große Einzelkrystalle.

Mein Befund stimmt im wesentlichen mit Janssonius, der (p. 204 ff.) *F. Rukam* Zoll. xylotomisch sehr eingehend beschrieben hat.

Anatomische Angaben über *Flacourtia* auch bei Solereder, p. 103.

Büttneriaceae.

Commersonia.

Commersonia echinata Forst. Zylindrisches Holzstück 20 + 20 *mm* (Rechinger Nr. 3452).

Unter der Lupe erscheinen am Holzquerschnitte die Gefäßporen zerstreut und nicht zahlreich, die Markstrahlen als derbe Striche; auf dem Radialschnitt zeigt das dunkelbraune Markstrahlgewebe eine große Ausdehnung. Holz sehr leicht und weich und von eigentümlichem Geruche, der besonders nach dem Anfeuchten hervortritt.

Gefäße meist einzeln, hie und da auch in kleinen Gruppen; Lumen 0·05 bis 0·16 *mm* weit, oft durch braune Massen zum Teil verstopft; Wand mit querovalen Hoftüpfeln.

Libriform in schmalen Strängen zwischen dem Holzparenchym; Fasern ziemlich dickwandig, in eine lange, schmale Spitze endigend. Mittlere radiale Breite 0·023 *mm*.

Holzparenchym neben den Markstrahlen die Hauptmasse des Holzes bildend. Das perivasale Parenchym besteht aus dünnwandigen, einen braunen Inhalt führenden Zellen von meist 0·02 bis 0·03 *mm* Länge und 0·05 bis 0·09 *mm* Breite; die Wand ist mit quergestellten, langgezogenen Tüpfeln bedeckt. Das zwischen den Libriformfasern verlaufende Parenchym besteht aus sehr dünnwandigen, meist 0·10 bis 0·20 *mm* langen und 0·03 bis 0·045 *mm* breiten Zellen, deren Wand mit relativ wenigen, kleinen Poren bedeckt ist.

Markstrahlen groß, bis 3·5 *mm* lang, 0·27 *mm* breit, bis 5schichtig. Zellen dünnwandig, getüpfelt, sehr hoch, 0·027 bis 0·054, im Mittel 0·047 *mm*, im Radialschnitt rechteckig, im Tangentialschnitt oft polygonal gestaltet. Im Inhalt Stärke.

Casuarinaceae.

Casuarina.

Casuarina equisetifolia L. Zylindrisches Holzstück 27 + 25 *mm* (Rechinger Nr. 3535). Gesammelt in Honolulu.

Unter der Lupe sieht man im Holzquerschnitt die Gefäßporen, ferner die Markstrahlen als äußerst feine, lichte Striche. Holz braun, hart und schwer.

Gefäße fast immer einzeln, von fast kreisförmigem Querschnitt; Durchmesser 0·08 bis 0·18 *mm*, im Mittel 0·1 *mm*; Gefäßwand mit sehr kleinen (0·003 *mm*) Hoftüpfeln; solche auch, wo Gefäße an Markstrahlzellen vorbeigehen.

Fasertracheiden an Libriform erinnernd, dickwandig und sehr englumig, so daß das Lumen an den querdurchschnittenen Zellen oft als Punkt erscheint. Wand reichlich getüpfelt; Tüpfel mit kreisrundem Hof. Die Fasertracheiden bilden die Hauptmasse des Holzes. Durch ihre Englichtigkeit und reiche Tüpfelung bilden sie am Radialschnitt ein charakteristisches Gewebe.

Das Holzparenchym bildet am Querschnitte dünne, nur eine Zelle breite, tangential verlaufende Streifen. Mit den schmalen Markstrahlen bildet das Holzparenchym, da die Zellen beider parenchymatischer Gewebe einen rotbraunen, harzigen Inhalt führen, am mikroskopischen Querschnitt eine zierliche Felderung der lichten Fasertracheidenmasse. Radiale Breite der Holzparenchymzellen 0·013 *mm*.

Markstrahlzellen 1 bis 3 schichtig, 0·04 bis 0·40, im Mittel 0·25 *mm* lang (größte Breite der dreischichtigen Strahlen etwa 0·036 *mm*), die einschichtigen 2 bis 20 Zellen hoch. In ihrem radialen Verlauf umsäumen die Markstrahlen oft, an ein Gefäß anstoßend, dieses auf einer Seite. Markstrahlzellen dünnwandig, in der Höhe wenig differierend, im Mittel 0·018 *mm* hoch; mit braunem Inhalt, in einzelnen ein Krystall liegend.

Krystallkammerfasern häufig bis 25 Kammern umfassend, im Tangentialschnitt neben den Markstrahlen verlaufend.

Wiesner gab (p. 616) zuerst eine Beschreibung des Holzes von *C. equisetifolia* und eine vorzügliche Abbildung des Querschnittes. Bargagli beschreibt (p. 288) *C. sumatrana* Miq. Foxworthy macht (p. 370) einige kurze Angaben über *C. equisitefolia.* Wilhelm erwähnt (p. 878) ein ihm vorgelegenes angeblich von *C. equisetifolia* herrührendes »Eisenholz« mit einzelnen hohen und sehr breiten (bis 20 schichtigen!) Markstrahlen. Derselbe Autor beschreibt aber auch ein solches Casuarinenholz mit engen Markstrahlen und fügt bei: »Nach den vorhandenen Angaben erscheint die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, daß das Holz von *C. equisetifolia* sowohl mit als auch ohne breite Markstrahlen vorkommt. Hierüber ist von weiteren Untersuchungen sicher bestimmten Materiales Aufklärung zu erwarten.«

Ich bemerke, daß ich an dem von Rechinger an Ort und Stelle gesammelten Holz von *C. equisetifolia* nur enge Markstrahlen gesehen habe. Auch Wiesner fand die Markstrahlen »fast nur einreihig«. Bargagli gibt bei *C. sumatrana* zweierlei Markstrahlen an: einschichtige, etwa 0·25 *mm* hohe, und andere 1 bis 2 *cm*! große, die in der Tangentialansicht aus vielen Strahlen zusammengesetzt erscheinen, und Foxworthy führt für *C. equisetifolia* Forst. an: »Pith rays usually very fine and indistict, but occasional compound rays are found.« Solereder (p. 888) macht Mitteilungen über die Holzstruktur verschiedener *Casuarina*-Arten und bemerkt unter andern: »Im Herbarmaterial habe ich bisweilen (*C. equisetifolia* L., *C. Hügeliana* Miq., *C. microstachia* Miq.) keine besonders breiten Markstrahlen angetroffen. Damit ist noch nicht gesagt, daß sie bei diesen Arten fehlen; es ist nämlich nachgewiesen, daß die Markstrahlen zuweilen erst in ihren äußeren Seiten breiter werden und dort schließlich eine Breite von 24 und mehr Zellreihen erreichen können.«

Combretaceae.

Terminalia.

Terminalia Catappa L. Zylindrisches Holzstück 32 + 31 *mm* (Rechinger Nr. 3534).

Unter der Lupe sieht man auf dem Holzquerschnitt große Gefäßporen, die zumeist in kurzen

braunen, tangential angeordneten Streifen von Holzparenchym liegen. Die Gefäßverteilung zeigt stellenweise ringporige Anordnung. Holz lichtbraun, an der Radialwand glänzend.

Gefäße einzeln oder in Gruppen von 2 bis 3 verbunden, ohne bestimmte Anordnung der Gefäße in letzteren; vielfach wechseln in tangentialer Reihung gefäßreiche Partien mit gefäßarmen ab. Gefäßdurchmesser ansehnlich, 0·07 bis 0·20, im Mittel 0·14 *mm*. Wand mit ziemlich großen, querovalen (0·011 *mm*) Hoftüpfeln, im Inhalt öfter eine (gummiartige?) Masse.

Fasertracheiden im Querschnitt radial angeordnet, sehr dünnwandig, spitz zulaufend, oft ineinander verflochten, mit spärlich vorkommenden, sehr kleinen Tüpfeln.

Holzparenchym in 1 bis 5schichtigen tangentialen Reihen, auch perivasal, dünnwandig, von relativ großer radialer Breite (bis 0·05 *mm*) bei geringer Höhe. Einfache Tüpfel in geringer Zahl.

Markstrahlen 1 bis 2schichtig, selten über 15 Zellen hoch. Markstrahlzellen in der Höhe wenig differierend (im Mittel 0·026 *mm*), nur die Kantenzellen höher und dabei dünnwandiger. Wände mit einfachen, hoflosen Tüpfeln, auch bei Berührung mit Gefäßwänden. Markstrahl- und Holzparenchymzellen enthalten braune, feinkörnige Massen, die stellenweise zu kleineren oder größeren Klumpen geformt sind, ferner kugelige, braune Körper und kleine Amylumkörner. Durch den braunen Inhalt stechen die parenchymatischen Holzanteile von den farblosen, prosenchymatischen Partien sehr ab, besonders am Radial- und am Querschnitt.

Möller hat (p. 398) *T. monaptera* Roth holzanatomisch untersucht. Xylotomische Angaben über *Terminalia* auch bei Solereder, p. 395.

Ebenaceae.

Diospyros.

Diospyros samoensis A. Gray. Zylindrisches Holzstück 30 + 28 *mm* (Rechinger Nr. 3438).

Unter der Lupe sieht man die Gefäßporen deutlich; die Markstrahlen sind kaum wahrnehmbar. Holz ziemlich schwer und hart, an der Radialfläche lichtbraun, an der Tangential- und Querschnittsfläche dunkelbraun mit einem Stich ins Violette.

Gefäße einzeln oder in Gruppen zu 2 bis 6 radial nebeinander stehend, von elliptischem Querschnitt, 0·04 bis 0·24, im Mittel 0·08 *mm* weit, mit sehr kleinen (etwa 0·0025 *mm*), sich nicht berührenden Hoftüpfeln, die auch dort auftreten, wo Gefäße an parenchymatischen Geweben vorbeiziehen. In vielen Gefäßen eine gelbliche bis gelbbraune Inhaltsmasse.

Libriform radial angeordnet, dickwandig, englumig, im Querschnitt mehr oder weniger polygonal, häufig mit tangentialer Abplattung. Zellwand braun gefärbt; radiale Zellbreite im Mittel 0·012 *mm*.

Holzparenchym hauptsächlich metatracheal, in einreihigen und daher schmalen, tangentialen Binden; vielfach auch paratracheal, die Gefäße einreihig, ganz oder teilweise umgebend. Zellen dünnwandig, im Mittel 0·08 *mm* lang und 0·02 *mm* breit, mit einfachen Tüpfeln; an der Wand häufig runde Stärkekörner lagernd; als Zellinhalt außerdem schwarzbraune Körner, ab und zu auch ein Krystall von Calciumoxalat.

Markstrahlgewebe reichlich entwickelt. Markstrahlen bis 25 Zellen hoch, einschichtig, einzelne in der Mitte ein- oder einige Zellenpaare ausgebildet. Markstrahlzellen dünnwandig, reich getüpfelt; Höhe und Länge innerhalb weiter Grenzen: $h = 0·022$ bis 0·058 *mm*, $l = 0·026$ bis 0·068 *mm*. Als Zellinhalt findet man kreisrunde, bis 0·009 *mm* im Durchmesser haltende Stärkekörner, ferner etwas größere Körner von dunkelbrauner bis schwarzbrauner Farbe, häufig große Einzelkrystalle von Kalkoxalat.

Von Wiesner wurde (p. 586) die Holzanatomie von *D. Ebenus* Retz, von Molisch (p. 5 S. A., jene von *D. Ebenus* Retz., *D. virginiana* L., *D. melanida* Poir., *D. Lotus* L. und *D. silvatica* Roxb.

beschrieben. Bargagli führt (p. 361 bis 363) xylotomische Merkmale von *D. complicata* Hiern., *D. dictyoneura* Hiern. und *D. hypoleuca* Hiern. an.

Die im Handel als »Ebenholz« vorkommenden Hölzer stammen von zahlreichen Bäumen ab, die verschiedenen Gattungen angehören und unter denen eine größere Zahl von *Diospyros*-Arten, insbesondere aus dem indomalayischen Florengebiete, die erste Stelle einnehmen (vergl. hierüber die Angaben bei Wilhelm (l. c.). Dieser Autor beschreibt auch mehrere Handelssorten (Bombay-, Madagaskar-, Macanar-, Ceylon-, Coromandel-Ebenholz), die von verschiedenen, bezüglich der Artzugehörigkeit bekannten, teils unbekannten Bäumen abstammen, und gibt eine allgemeine Charakteristik der äußeren Struktur und des inneren Baues der schwarzen *Diospyros*-Hölzer. Molisch (l. c.) hat die Entstehung von Gummi in den Gefäßen des jüngeren Splintes der Ebenhölzer entdeckt; die dunklen Inhaltskörper sind nach den Untersuchungen dieses Autors Humifikationsprodukte dieser Gummimassen. Piccioli macht (p. 141) xylotomische Angaben über *D. Ebenus* und *D. Lotus* L. (vergl. auch Solereder, p. 585).

Euphorbiaceae.

Aleurites.

Aleurites moluccana Willd. Zylindrisches Holzstück 48 + 43 *mm* (Rechinger Nr. 3397).

Unter der Lupe sind Gefäßporen, ferner die Markstrahlen als äußerst feine Striche sichtbar. Holz bräunlichweiß, sehr weich und leicht.

Gefäße einzeln, aber auch in Gruppen von 2 bis 8, radial hintereinander stehend. Querdurchmesser der meisten 0 13 bis 0·18 *mm*. Wand mit großen (0·014 × 0·011 *mm*) Hoftüpfeln; Hof elliptisch, Porus lang und sehr schmal.

Fasertracheiden dünnwandig; Lumen 0·018 bis 0·024 *mm*, mit zahlreichen Hoftüpfeln.

Holzparenchym in meist einschichtigen Zellenzügen zwischen dem Prosenchym. Diese Zellreihen kommen in solcher Menge vor, daß das Holzparenchym einen wesentlichen Anteil an der Holzbildung hat. Zellen dünnwandig, einfach getüpfelt, durchschnittlich 0·17 *mm* lang und 0·03 *mm* breit.

Markstrahlen einschichtig, aus je mehreren aufrechten Kantenzellen und 1 bis 5 liegenden Mittelzellen zusammengesetzt. Die ersteren im Mittel 0·085 *mm* hoch, bei sehr kleiner tangentialer Breite, die letzteren im Mittel 0·026 *mm* hoch. Dieser große Höhenunterschied der äußeren und inneren Zellen ist auffallend. Zellen dünnwandig, mit zahlreichen, kleinen Tüpfeln, in Berührung mit der Gefäßwand mit einfachen Tüpfeln, die so groß sind wie die Gefäßtüpfel.

Xylotomische Angaben über *Aleurites* auch bei Solereder, p. 854.

Bischoffia.

Bischoffia trifoliàta Hook. (*B. javanica* Blume). Zwei zylindrische Holzstücke 36 + 35 *mm* und 41 + 38 *mm* (Rechinger Nr. 3417 und 3432).

Unter der Lupe sieht man kleine Gefäßporen, mitunter als lichte Punkte und die Markstrahlen als sehr feine, gekrümmte Linien. Auf der Radialfläche haben die Markstrahlbänder eine große Ausbreitung. Holz braun, von mittlerer Härte.

Gefäße einzeln oder zu 2 bis 6 radial hintereinander stehend, etwa 25 pro Quadratmillimeter des Querschnittes. Durchmesser 0·05 bis 0·16, im Mittel 0·09 *mm*. Dünnwandig, mit großen (0·0135 *mm* langen) querovalen, dichtstehenden Hoftüpfeln, die sich häufig, namentlich an der Tangentialwand, gegenseitig abflachen.

Fasertracheiden dünnwandig, sehr weitlumig; mittlere radiale Breite 0·03 *mm*. Mit horizontalen Querwänden und sehr kleinen, spaltenförmigen Hoftüpfeln. Es wechseln Partien weiterlichtiger Fasern mit

solchen engerlichtiger ab, wodurch Zuwachszonen markiert erscheinen. An den Querwänden (als Innenbelag) häufig eine rotbraune Masse.

Holzparenchym nicht vorhanden.

Markstrahlen 1 bis 4schichtig und bis 3 *mm* lang. Häufig aus einschichtigen und mehrschichtigen Teilen zusammengesetzt; die einschichtigen Partien solcher Markstrahlen bestehen (gleich den nur einschichtigen Strahlen) aus aufrechten, 0·04 bis 0·11, im Mittel 0·07 *mm* hohen Zellen, die mehrschichtigen Partien aus liegenden, durchschnittlich 0·03 *mm* langen Zellen. Wände mit kleinen einfachen Poren, in Berührung mit Gefäßen mit großen (0·028 × 0·014 *mm*), stumpf elliptischen oder eiförmigen. einfachen Tüpfeln. Da das Markstrahlgewebe reichlichst entwickelt ist und insbesondere die großen, palisadenförmigen Markstrahlzellen mit diesen auffallend großen Poren bedeckt sind, zeigt der Radialschnitt ein eigentümliches Aussehen. Die Markstrahlzellen enthalten runde Stärkekörner, ferner rotbraune Massen, welche entweder die ganze Zelle ausfüllen oder als Innenbelag der Wände auftreten.

Xylotomische Angaben über *Bischoffia* bei Solereder, p. 854.

Codiaeum.

Codiaeum variegatum Blume. Zylindrisches Holzstück 32 + 30 *mm* (Rechinger Nr. 3410).

Unter der Lupe erscheinen die Gefäße als weiße Pünktchen, ferner die Markstrahlen. Holz weich, leicht.

Gefäße einzeln oder zu 2 bis 4, relativ englumig; Durchmesser 0·03 bis 0·07, im Mittel 0·05 *mm*, mit sehr kleinen, dicht stehenden und sich gegenseitig polygonal abflachenden Hoftüpfeln.

Fasertracheiden tangential gepreßt und von ungleichem Lumen; die weiteren radial bis 0·023 *mm* im Lichten und mit vielen Hoftüpfeln, die engeren bis 0·012 *mm* im Lichten, stärkerer Wanddicke und wenigen Tüpfeln (libriformartig).

Holzparenchym in zahlreichen, meist einschichtigen Zellreihen zwischen dem Sklerenchymgewebe. Zellen 0·05 bis 0·15 *mm* lang, im Mittel 0·022 *mm* breit, einfach getüpfelt, mehrfach einen braunen Inhalt führend.

Markstrahlen meist einschichtig oder partiell zweischichtig, bis 1·5 *mm* und darüber hoch. Die Zellen der einschichtigen Strahlen und die Kantenzellen der zum Teil zweischichtigen durchschnittlich 0·06 *mm*, die Zellen der zweischichtigen Partien im Mittel 0·023 *mm* hoch. Zellen reich getüpfelt, eiförmige Stärkekörner und (besonders die niedern) große Einzelkrystalle enthaltend. Letztere von im allgemeinen rhomboidischer Form (0·05 × 0·03 *mm*).

Xylotomische Angabe über *Codiaeum* auch bei Solereder, p. 854.

Homolanthus.

Homolanthus nutans Guill. Zylindrisches Holzstück 55 + 54 *mm* (Rechinger Nr. 3423).

Die Lupe zeigt auf dem Holzquerschnitte ziemlich gleichmäßig verteilte Gefäßporen, die Markstrahlen als lichte, gerade Linien und das Holzparenchym als tangentiale Wellenlinien. Holz gelblichweiß leicht, weich.

Gefäße meist einzeln, aber auch zu 2 bis 3 verbunden, dünnwandig, 0·09 bis 0·27, im Mittel 0·16 *mm* im Durchmesser, mit fast kreisrunden Hoftüpfeln.

Fasertracheiden in radialer Anordnung, dünnwandig, weitlichtig, mit dünnen, horizontalen Querwänden und spärlichen, kleinen Hoftüpfeln. Durchschnittliche radiale Breite 0·022 *mm*.

Holzparenchym in tangentialen Streifen die Markstrahlen kreuzend, die Gefäße bogig (hemiparatracheal) umgebend, sehr dünnwandig, auf dem Radialschnitt in 2 bis 4schichtigen Zellenzügen, mit zahlreichen, querovalen, einfachen Tüpfeln.

Krystallkammerfasern nicht häufig vorkommend und selten über 0·02 *mm* lang, mit großen, würfelförmigen oder prismatischen Einzelkrystallen.

Markstrahlen 1 bis 2schichtig. Zellen in der Höhe wenig differierend, im Mittel 0·024 *mm* hoch; dünn, oder mitteldickwandig, wie das Holzparenchym getüpfelt, in Berührung mit Gefäßen behöft getüpfelt; hin und wieder braun gefärbter Inhalt.

Jatropha.

Jatropha Curcas L. Zylindrisches Holzstück 34 + 30 *mm* (Rechinger Nr. 3500).

Die Lupe zeigt am Holzquerschnitte zahlreiche große, unregelmäßig zerstreute Gefäßporen; ferner die Markstrahlen als feine, lichte Striche. Holz lichtbraun, sehr leicht und weich.

Gefäße einzeln oder zu 2 bis 4 radial hintereinander; Querschnitt elliptisch, 0·11 bis 0·20, im Mittel 0·17 *mm* breit. Wand mit quergestellten, etwa 0·009 *mm* langen Tüpfeln mit elliptischem Hof und spaltenförmigem Porus.

Fasertracheiden dünnwandig, mit zahlreichen, sehr kleinen Hoftüpfeln. Radiale Breite durchschnittlich 0·019 *mm*.

Holzparenchym in zahlreichen, einschichtigen Zellreihen zwischen dem Fasertracheidengewebe; radiale Breite 0·023 *mm*. Von den ähnlich aussehenden Tracheiden durch größere radiale Breite und die einfache Tüpfelung unterschieden.

Markstrahlen einschichtig, mitunter ein Zellenpaar in der Mitte der Höhe. Markstrahlzellen groß; Höhe der liegenden Zellen im Mittel 0·048 *mm*, der aufrechten, vornehmlich die Kanten bildenden 0·08 *mm*; Breite der Markstrahlzellen 0·02 bis 0·03 *mm*. Wände kleine, einfache Tüpfel, in Berührung mit Gefäßwänden große, eiförmige oder oblonge, hoflose oder behöfte Tüpfel zeigend.

Xylotomische Angaben über *Jatropha* bei Solereder, p. 853.

Macaranga.

Macaranga Reineckii Pax. Zylindrisches Holzstück 20 + 18 *mm* (Rechinger Nr. 3527).

Unter der Lupe erscheinen die Markstrahlen als sehr feine, lichte Striche, das Holzparenchym in Form tangentialer, konzentrischer Kreislinien.

Gefäße radial geordnet, nicht selten zehn und mehr hintereinander; indem 2 bis 3 Reihen in kurzer Entfernung aneinander stoßen, entstehen oft radiale Ketten von 25 bis 30 Gefäßen. Durchmesser 0·04 bis 0·09, im Mittel 0·07 *mm*. Tüpfel mit breitelliptischem Hof und schmalem, horizontalem Porus.

Fasertracheiden dünn- bis mittel dickwandig, mit kleinen Hoftüpfeln; durchschnittliche radiale Breite 0·02 *mm*.

Holzparenchym in 1 bis 3zähligen (meist einschichtigen) Reihen von durchschnittlich 0·14 *mm* langen und 0·022 *mm* breiten Zellen.

Markstrahlen bis 1·3 *mm* hoch, abwechselnd aus einschichtigen und aus zweischichtigen Teilen zusammengesetzt. Die einschichtigen Partien bestehen aus aufrechten, sehr hohen (0·06 *mm*) und schmalen (0·014 *mm*) Zellen, die zweischichtigen aus liegenden, kurzen (0·020 *mm*) Zellen. Der Unterschied ist besonders im Tangentialschnitt auffallend. Zellwand reichlich getüpfelt, in Berührung mit der Gefäßwand erscheinen große, behöfte Tüpfel.

M. stipulosa Müll. Zylindrisches Holzstück 34 + 34 *mm* (Rechinger Nr. 3504).

Die Lupe zeigt am Holzquerschnitte große Gefäßporen; die Markstrahlen erscheinen als feine Striche. Holz lichtbraun, leicht, weich.

Gefäße einzeln oder zu 8 bis 10 in radialen Reihen, in welchem Falle die Gefäße oft sehr ungleiche Durchmesser haben. Weite der einzeln vorkommenden Gefäße 0·07 bis 0·16, im Mittel 0·12 *mm*. Tüpfel mit großem (0·014 *mm*) breitelliptischem Hof und langem, schmalem Porus.

Fasertracheiden (Libriform) tangential gepreßt, dickwandig, mit spärlichen Tüpfeln. Durchschnittliche radiale Breite 0·02 *mm*.

Holzparenchym spärlich, in einschichtigen Zellreihen.

Markstrahlen abwechselnd aus einschichtigen, aufrechten und 1 bis 2 schichtigen, liegenden Zellen zusammengesetzt. Mittlere Höhe der ersteren 0·075 *mm*, der letzteren 0·022 *mm*; die Höhendifferenzen zwischen den palisadenförmigen (bis 0·13 *mm* hohen) und den merenchymatischen Markstrahlzellen sind sehr auffallend. Wände reich getüpfelt; in Berührung mit einer Gefäßwand erscheinen große, hoflose oder schwach behöfte, breitelliptische Tüpfel. In einzelnen Markstrahlzellen Krystalle.

Xylotomische Angaben über *Macaranga* bei Solereder, p. 854.

Manihot.

Manihot Glaziovii Muell. Zylindrisches Holzstück 40 + 38 *mm* (Rechinger Nr. 3490).

Unter der Lupe zeigt der Holzquerschnitt große Gefäßporen, und zwar eine gefäßarme Zone zwischen zwei gefäßreichen Zonen, ferner die Markstrahlen als feine, lichte Striche und tangentiale Holzparenchymstreifen, in welchen vielfach die Gefäße liegen. Holz gelblichweiß, ziemlich leicht.

Gefäße meist einzeln, etwa 30 pro Quadratmillimeter des Holzquerschnittes, 0·1 bis 0·3 *mm* weit, mit großen (0·01 *mm*), quergestellten Hoftüpfeln.

Fasertracheiden die Hauptmasse des Holzes bildend, weitlumig, mit nicht in geringer Zahl vorkommenden Hoftüpfeln. Radiale Breite durchschnittlich 0·02 *mm*.

Holzparenchym metatracheal, auf dem Radialschnitt in 1 bis 3 schichtigen Reihen dünnwandiger, im Mittel 0·026 *mm* breiter Zellen.

Markstrahlen bis 1 *mm* lang; entweder einschichtig und dann aus aufrechten Zellen bestehend, oder an den Kanten einschichtig und in der Mitte auf kürzere oder längere Strecken zweischichtig und hier aus liegenden Zellen zusammengesetzt. Höhe der Markstrahlzellen überhaupt 0·022 bis 0·11 *mm*; durchschnittliche Höhe der aufrechten (einschichtigen) Zellen 0·053 *mm*, der liegenden (zweischichtigen) 0·029 *mm*. Zellwände mit zahlreichen, kleinen Tüpfeln, in Berührung mit Gefäßwänden mit großen, elliptischen, eiförmigen oder rechteckigen, einfachen Poren.

Gesneraceae.

Cyrtandra.

Cyrtandra campanulata Reinecke. Zwei zylindrische Holzstücke, 30 + 27 *mm* und 37 + 35 *mm* (Rechinger, Nr. 3474 und 3488).

Unter der Lupe zeigen sich die Gefäßporen und die Markstrahlen als breite, lichte Streifen. Holz lichtbraun, weich.

Die beiden Holzproben zeigten im wesentlichen übereinstimmenden Bau. Die nachstehende Beschreibung bezieht sich auf Nr. 3488; die bei Nr. 3474 gefundenen Differenzen sind in eckigen Klammern beigefügt.

Gefäße einzeln, häufig in Gruppen von 2 bis 5 verbunden. Durchmesser 0·06 bis 0·13 *mm*, im Mittel 0·10 [0·09] *mm*. Wand mit querovalen Hoftüpfeln.

Fasertracheiden dünnwandig, weitlumig, spitz zulaufend, mit sehr kleinen, behöften Tüpfeln, die an der Tangentialwand stellenweise perlschnurförmig gereiht sind. Mittlere radiale Breite der Zellen 0·029 [0·027] *mm*.

Holzparenchym perivasal, in 3 bis 4schichtigen Zellreihen. Radiale Zellbreite durchschnittlich 0·027 [0·025] *mm*. Wand mit relativ großen, einfachen Tüpfeln.

Markstrahlen groß, bis 4·5 *mm* lang und bis 5 [10]schichtig. Markstrahlzellen groß: Mittlere Höhe 0·07 [0·06] *mm*, Breite 0·030 [0·025] *mm*. Im tangentialen Durchschnitt zeigen die Zellen verschiedene Formen; häufig haben sie die Gestalt eines axial gestreckten Sechseckes. Die Zellwand ist reich getüpfelt.

Cyrtandra compressa Reinecke. Zylindrisches Holzstück 25 + 25 *mm* (Rechinger, Nr. 3408).

Unter der Lupe zeigen sich die Gefäßporen und die Markstrahlen. Holz lichtbraun, weich.

Gefäße einzeln, häufig in Gruppen von 2 bis 5 verbunden. Durchmesser 0·05 bis 0·12, im Mittel 0·09 *mm*. Tüpfel mit kreisrundem Hof und scharf konturiertem, rundem Porus.

Fasertracheiden dünnwandig, weitlumig, spitz zulaufend, mit sehr klein behöften Tüpfeln, die an der Tangentialwand stellenweise perlschnurförmig gereiht sind. Mittlere radiale Breite der Zellen 0·024 *mm*.

Holzparenchym perivasal, in 2 bis 4schichtigen Zellreihen. Radiale Zellbreite durchschnittlich 0·027 *mm*. Wand mit relativ großen, einfachen Tüpfeln.

Markstrahlzellen groß, bis 2·5 *mm* lang, 0·15 *mm* breit, bis 7schichtig. Markstrahlzellen groß, im Mittel 0·05 *mm* hoch. Im tangentialen Durchschnitt zeigen die Zellen verschiedene Größen und Formen; die Wand ist reich getüpfelt.

C. Kraemerii Reinecke. Zylindrisches Stengelstück von 10 *mm* Durchmesser (Rechinger, Nr. 3479).

Gefäße einzeln, häufig in Gruppen zu 2 bis 4 verbunden. Durchmesser 0·04 bis 0·10, im Mittel 0·06 *mm*. Wand mit querovalen Hoftüpfeln.

Fasertracheiden dünnwandig, weitlumig, mit sehr kleinen, besonders an der Tangentialwand reichlich auftretenden Hoftüpfeln. Mittlere radiale Breite der Zellen 0·024 *mm*.

Holzparenchym perivasal. Radiale Breite durchschnittlich 0·026 *mm*. Wand mit vielen, relativ großen, einfachen Tüpfeln.

Bei dem einjährigen Holzstück waren nur die primären Markstrahlen vorhanden, welche denselben Bau hatten, wie die der beiden anderen *Cyrtandra*-Arten.

C. Beckmanii Reinecke. Hohler, krautiger Stengel von 15 *mm* Durchmesser; Holzdicke nur 2 *mm* (Rechinger, Nr. 3405).

Der anatomische Bau des nur 2 *mm* dicken Holzkörpers stimmte im wesentlichen mit *C. Kraemerii* Reinecke überein.

C. Pritchardi Seem. Zylindrisches Holzstück von 7 *mm* Durchmesser (Rechinger, Nr. 283). Fidschi-Inseln.

Das nur einjährige Holzstück zeigte denselben anatomischen Bau wie die anderen *Cyrtandra*-Arten. Querdurchmesser der einzeln oder in radialen Ketten stehenden Gefäße 0·036 *mm*, der dünnwandigen Fasertracheiden 0·027, des perivasalen Holzparenchyms 0·024 *mm* (Mittelzahlen).

Bezüglich *C. biflora* Forst. vergl. Solereder, »Holzstruktur«, p. 678.

Guttiferae.

Calophyllum.

Calophylum spectabile Willd. Zylindrisches Holzstück, 30 + 28 *mm* (Rechinger, Nr. 3464).

Unter der Lupe sieht man die Gefäßporen, und zwar vielfach gruppenweise angeordnet, ferner deutlich lichte, tangentiale Bogenlinien (Holzparenchym) und undeutlich die sehr dünnen Markstrahlen. Holz ziemlich weich, sehr gut schneidbar.

Gefäße im ganzen radial angeordnet, einzeln oder 2 bis 4 hintereinander, mit kleinen Hoftüpfeln, in Berührung mit der Markstrahlwand einzelne, große Tüpfel. Gefäßdurchmesser 0·05 bis 0·14, im Mittel 0·10 *mm*.

Libriform im Querschnitt im ganzen unregelmäßig (nicht ausgesprochen radial) angeordnet, mitteldickwandig; das radiale Lumen partienweise sich allmählich verringernd, von 0·018 bis 0·006 *mm* und dadurch Zuwachszonen angedeutet. Kleine Tüpfel sehr spärlich an den Radialwänden.

Fasertracheiden etwas breiter (im Mittel 0·02 *mm*) und dünnwandiger als die Libriformfasern, mit zahlreichen, behöften Tüpfeln an der Radial- und Tangentialwand, mit schmalen, an benachbarten Zellen sich häufig kreuzenden Spalten. Das Tracheidengewebe tritt in ein- oder mehrschichtigen Zellenzügen zwischen der Libriform auf.

Holzparenchym metatracheal, in tangentialen, im Mittel 0·36 *mm* voneinander abstehenden Binden. Zellen im Mittel 0·11 *mm* lang und 0·022 *mm* radial breit, einfach getüpfelt, stärkeführend.

Markstrahlen einschichtig, nicht über 20 Zellen hoch. Höhe der Markstrahlzellen ungleich, zwischen 0·016 und 0·075 *mm*. Mittelwerte: Länge 0·032, Höhe 0·034, Breite 0·018 *mm*. An der Tangentialwand mit sehr kleinen, an der Radialwand bei Berührung mit der Gefäßwand mit großen, einfachen Tüpfeln. Die Zellen führen gleich denen des Holzparenchyms Stärkekörner von kreisförmigem Umriß (Durchmesser etwa 0·006 *mm*) und einen formlosen, lichtbraunen Inhalt.

Zuwachszonen des Holzes zeigen sich in der Zahl und Größe der Gefäße und sind auch in Libriform markiert, dessen Zellen gegen die Grenze der Zuwachszone entweder unbedeutend oder auffallend englumiger werden bei gleichzeitig geringer Zunahme der Wanddicke.

Ursprung (p. 8), desgleichen Wilhelm (p. 974) haben die Anatomie des Holzes von *C. inophyllum* L., Janssonius (p. 276) die Anatomie des Holzes von *C. inophyllum* L., *C. spectabile* Willd., *C. Theysmanni* Zoll., *C. Hasskarlii* Teysm. und *C. venulosum* Zoll. beschrieben. Bezüglich *C. spectabile* stimmt mein Befund mit jenem von Janssonius überein. Bargagli gibt (p. 337 bis 338) xylotomische Merkmale zweier nicht näher determinierter *Calophyllum*-Arten an. Vergl. auch Solereder, der (p. 142) holzanatomische Merkmale der Gattung *Calophyllum* anführt.

Caesalpinieae. Leguminosae.

Poinciana.

Poinciana regia Bij. Zylindrisches Holzstück, 28 + 27 *mm* (Rechinger, Nr. 3487).

Unter der Lupe sieht man zahlreiche, große Gefäßporen in lichten Inseln von Holzparenchym liegend; ferner die Markstrahlen als feine, lichte Streifen. Holz bräunlichweiß, leicht und weich.

Gefäße im Holzquerschnitt zerstreut, stellenweise mehr gehäuft, einzeln oder in kleinen Gruppen zu 2 bis 4. Querdurchmesser 0·09 bis 0·22, im Mittel 0·14 *mm*. In den Gefäßen Gummimassen, entweder das ganze Lumen ausfüllend oder der Gefäßwand anliegend und im Querschnitt als gelber Kreisring erscheinend. Tüpfel mit dünnwandigem Hof und scharf konturiertem Porus.

Fasertracheiden die Hauptmasse des Holzes bildend; Fasern dünn- bis mitteldickwandig, an den Enden spitz zulaufend, mit sehr kleinen Hoftüpfeln bedeckt. Radiale Breite im Mittel 0·024 *mm*. Auffallend ist das massenhafte Vorkommen länglicher, fast spindelförmiger Stärkekörner in diesen Zellen. Diese Amylumstäbchen erreichen eine Länge von 0·020 bis 0·036 *mm* und eine Breite von 0·005 bis 0·009 *mm*.

Holzparenchym die Gefäße umgebend und so wie diese getüpfelt; die Zellen etwa 0·045 *mm* lang und 0·030 *mm* breit.

Markstrahlen zumeist der ganzen Länge nach zweischichtig, einzelne auch dreischichtig, bis 35 übereinanderstehende Zellen umfassend. Die Markstrahlzellen in der Höhe wenig differierend; diese relativ gering, im Mittel 0·013 *mm*. Zellen dünnwandig, mit kleinen, einfachen Poren. Als Inhalt tritt mehrfach eine rotbraune Masse auf; einzelne Zellen führen auch Stärkekörner, die aber zum Unterschiede von jenen der Fasertracheiden einen fast kreisrunden Umriß haben.

Mimosaceae.

Adenanthera.

Adenanthera pavonia L. Zylindrisches Holzstück, 50 + 45 *mm* (Rechinger, Nr. 3430).

Unter der Lupe sieht man scharf begrenzte Gefäßporen einzeln oder zu zweien, ferner die Markstrahlen. Letztere bilden in der Radialfläche des Holzes breite, dunkelbraune Bänder, auf dem Tangentialschnitt ebensolche Strichelchen. Holz graulichweiß, von mittlerem Gewicht; leicht schneidbar.

Gefäße einzeln, meist in Gruppen von 2 bis 5. Querdurchmesser 0·06 bis 0·14, im Mittel 0·1 *mm*. In den Gefäßen Gummimassen, entweder fast das ganze Lumen ausfüllend oder der Gefäßwand anliegend und dann als gelber Kreisring erscheinend. Tüpfel mit breitelliptischem Hof und schmalem, spaltenförmigem Porus.

Libriform die Hauptmasse des Holzes bildend. Im Radialschnitt sieht man schmälere Partien dünnwandiger, weiterlichtiger (0·018 bis 0·023 *mm*) Fasern mit breiteren Partien dickerwandiger und engerlichtiger (0·011 bis 0·014 *mm*) Fasern abwechseln, wodurch Zuwachszonen markiert werden. Die Wände verlaufen namentlich in den dickwandigen Teilen häufig nicht als gerade, sondern als gewellte Linien. Querwände horizontal. An den Längswänden hie und da ein sehr kleiner, einfacher Tüpfel.

Holzparenchym als dünnwandige Zellen die Gefäße umgebend, im Mittel 0·023 *mm* breit, mit derselben Tüpfelung wie die Gefäßwand.

Krystallkammerfasern häufig vorkommend, dünnwandig, bis 0·023 *mm* hoch und manchmal mehr als 30 Kammern enthaltend, die je einen, den Kammerraum fast ganz ausfüllenden Kalkoxolatkrystall führen.

Markstrahlen 1 bis 3schichtig und bis 1 *mm* lang, die meisten 0·25 bis 0·6 *mm* lang. Zellen durchschnittlich 0·025 *mm* hoch; an den Kanten und auch in der Mitte der Markstrahlen (als »Hüllzellen«) aufrechte, bis 0·05 *mm* hohe Zellen. Inhalt vielfach eine formlose, lichtbraune Masse, in der dunkelbraune Körner liegen.

Die Holzanatomie von *A. pavonia* L. wurde von Wiesner (p. 561), später von Wilhelm (p. 926) beschrieben. Die Angaben der beiden Autoren differieren in manchen Punkten.

Acacia.

Acacia Koa A. Gray. Prismatisches Holzstück (Rechinger, Nr. 3412).

Unter der Lupe erscheinen am Holzquerschnitt gefäßreiche Zonen abwechselnd mit gefäßarmen Partien und die Markstrahlen als feine, lichte Linien. Holz braun, ziemlich hart und schwer.

Gefäße fast immer einzeln; Durchmesser 0·6 bis 1·8, im Mittel 0·1 *mm*; Wand mit Hoftüpfeln. Als Inhalt häufig Gummimassen.

Libriform dickwandig. Radiales Lumen von 0·014 *mm* (Frühholz) bis 0·004 *mm* (Spätholz).

Holzparenchym para- und metatracheal, in 1 bis 2schichtigen Zügen dünnwandiger, im Mittel 0·020 *mm* breiter Zellen zwischen dem Prosenchym. Viele Zellen eine rotbraune Masse enthaltend.

Markstrahlen einschichtig oder 2 bis 3schichtig, mit einschichtigen Kanten. Die einschichtigen Partien aus aufrechten, im Mittel 0·05 *mm* hohen, 0·04 *mm* langen, die 2 bis 3schichtigen Partien aus durchschnittlich 0·025 *mm* hohen und 0·048 *mm* langen Zellen zusammengesetzt. Zellen mit kleinen, einfachen Tüpfeln, grobkörnige Stärke und häufig eine rote Masse enthaltend, die entweder als Wandbelag oder die ganze Zelle ausfüllend erscheint.

Kurze xylotomische Angaben über verschiedene *Acacia*-Arten bei Saupe (p. 333).

Entada.

Entada scandens Benth. Zylindrisches Holzstück, 45 + 43 *mm* (Rechinger, Nr. 3428).

Unter der Lupe sieht man sehr große, dicht aneinanderstehende Gefäßporen. Schon mit freiem Auge erscheint der Holzquerschnitt siebartig durchlöchert. Im Längsschnitt erscheint in den durchschnittenen Gefäßen eine rote, harzige Masse. Holz rotbraun, von mittlerer Härte und ziemlich großem Gewicht.

Gefäße sehr weit, 0·15 bis 0·7, im Mittel 0·4 *mm*, dickwandig, mit quergestellten (0·01 × 0·08 *mm*) behöften Tüpfeln. Als Inhalt eine rote, harzige Masse, die entweder das ganze Lumen ausfüllt oder einen Innenbelag bildet.

Libriform untergeordnet; Zellen sehr dickwandig, oft verbogen; Lumen 0·009 bis 0·014 *mm*.

Holzparenchym untergeordnet; Zellen dünnwandig, im Mittel 0·09 *mm* lang, 0·03 *mm* breit.

Krystallkammerfasern in reichlicher Menge, bis 0·5 *mm* lang und bis 25 Krystallkammern bildend; an Längsschnitten in 1 bis 5 Reihen.

Markstrahlen sehr groß, bis 4·5 *mm* lang, 0·25 *mm* breit, bis zehnschichtig. Markstrahlzellen 0·025 bis 0·045 *mm* hoch; Wand mit kleinen, in Berührung mit der Gefäßwand mit großen, einfachen Tüpfeln. Alle Elemente mit rotbraunem Harz erfüllt.

Einige xylotomische Angaben über *E. gigalobium* finden sich bei Saupe (p. 332). Der Autor bemerkt auch, daß dieses Holz bereits von Krüger genau beschrieben wurde. Ich konnte die Abhandlung Krüger's (Beitrag zur Kenntnis der sogenannten anomalen Holzbildungen; Dissert., Leipzig, 1884) leider nicht einsehen. Vergl. auch Solereder, p. 309.

Papilionaceae.

Desmodium.

Desmodium umbellatum DC. Zylindrisches Holzstück, 12 + 11 *mm* (Rechinger, Nr. 1512).

Unter der Lupe erscheinen im Holzquerschnitt die Gefäße ziemlich gleichförmig verteilt, die Markstrahlen als feine, weiße Linien, ferner tangentiales Holzparenchym in lichten Bogenlinien.

Gefäße zumeist einzeln, aber auch in kleinen Gruppen, ziemlich dickwandig, 0·04 bis 0·12, im Mittel 0·08 *mm* weit, mit fast kreisförmigen Hoftüpfeln. Einzelne Gefäße mit einer gelben oder braunen Masse erfüllt.

Prosenchym dünn- bis mitteldickwandig, mit kleinen, spärlich vorkommenden Tüpfeln. Radiale Breite 0·013 *mm*.

Holzparenchym die Hauptmasse des Holzes bildend, im Radialschnitt in 3 bis 10 schichtigen Reihen. Zellen 0·08 bis 0·18 *mm* lang und im Mittel 0·023 *mm* breit, sehr dünnwandig und mit vielen einfachen Tüpfeln versehen; am perivasalen Holzparenchym sind behöfte Tüpfel ausgebildet.

Markstrahlen bis 1 *mm* lang, 1 bis 3 schichtig; Zellen von ungleicher Größe; die Höhe zwischen 0·018 bis 0·075 *mm*. In einzelnen Zellen gelbe Massen oder ein Kalkoxalatkrystall enthalten. Wand mit kleinen, einfachen, in Berührung mit Gefäßen mit größern behöften Tüpfeln.

Das Holzparenchym ist hier viel reichlicher ausgebildet als das Holzprosenchym, so daß im mikroskopischen Querschnitt letzteres in Form von tangentialen Bändern zwischen dem parenchymatischen Grundgewebe erscheint. Die Gefäße liegen entweder im parenchymatischen oder im prosenchymatischen Gewebe, zum Teil auch in beiden Holzanteilen.

Xylotomische Angaben über *D. sambuense* bei Saupe, p. 311.

Erythrina.

Erythrina indica L. Zylindrisches Holzstück, 45 + 43 *mm* (Rechinger, Nr. 3419).

Die Lupe zeigt große Gefäßporen, lichte Markstrahlstreifen und in welligen Linien angeordnetes Holzparenchym. Holz sehr leicht und weich. Unter dem Mikroskop sieht man am Holzquerschnitt abwechselnd tangentiale Streifen von dickwandigem, englumigem Prosenchym und dünnwandigem, weitlumigem Parenchym. Erstere sind 0·11 bis 0·15 *mm*, letztere 0·20 bis 0·40 *mm* breit.

Gefäße nicht sehr zahlreich, von elliptischem Querschnitt, 0·13 bis 0·35 *mm* weit, relativ dünnwandig, mit 0·009 *mm* langen, querovalen Tüpfeln. Gefäßglieder kurz. Die Gefäße liegen in den Parenchymzonen; wo diese schmäler sind als der Querdurchmesser des Gefäßes, wird die Prosenchymschichte unterbrochen, so daß die Gefäße allseitig von Parenchym begrenzt sind.

Libriform dickwandig; Querschnitt von verschiedener Form und Größe.

Holzparenchym die Hauptmasse der axialen Elemente bildend. Das metatracheale Parenchym aus sehr dünnwandigen, im Mittel 0·22 *mm* langen und 0·04 *mm* breiten Zellen zusammengesetzt. Lumen bis 0·04 *mm*; Wand mit einfachen, meist quergestellten Tüpfeln. Perivasales Parenchym aus dünnwandigen, im Mittel 0·12 *mm* langen und 0·05 *mm* breiten Zellen zusammengesetzt; Wand mit ziemlich großen Tüpfeln, mit querovalem (0·009 × 0·005 *mm*) Hof und ebensolchem Porus.

Markstrahlen bis 2·5 *mm* lang, 0·23 *mm* hoch, 4 bis 8chichtig, bis 50 Zellen und darüber umfassend. Höhe der Markstrahlzellen wenig differierend, im Mittel 0·04 *mm*. Wand dünn, reich getüpfelt. Stärkekörner von ovaler oder elliptischer Form liegen reihenförmig der Innenwand der Markstrahlzellen an.

Die von Möller (p. 408) gegebene Charakteristik des Holzbaues von *E. senegalensis* DC. stimmt im wesentlichen mit der von *E. indica* überein. Denselben mikroskopischen Holzbau wie *E. senegalensis* hat nach Möller auch *E. velutina* Willd. Über *Erythrina* vergl. auch Solereder, p. 312.

Indigofera.

Indigofera Anil L. Zylindrisches Holzstück, 24 + 24 *mm* (Rechinger, Nr. 3483).

Die Lupe zeigt, wenn auch etwas undeutlich, am Holzquerschnitt gefäßreichere und gefäßärmere

tangentiale Zonen; ferner ziemlich nahe beisammenstehende Markstrahlen von fast gleicher Stärke. Holz lichtgelb, von mittlerem Gewicht.

Gefäße einzeln, häufig zu 2 oder zu 3 bis 4 radial verbunden, etwa 20 pro Quadratmillimeter des Querschnittes. Durchmesser 0·06 bis 0·14, im Mittel 0·10 *mm*. Gefäßglieder kurz. Wand mit kleinen Tüpfeln, mit querovalem Hof und schmaler Spalte.

Libriform mitteldickwandig; Fasern im Mittel 0·014 *mm* radial breit. Wand oft verbogen, mit sehr spärlichen und sehr kleinen Tüpfeln.

Holzparenchym perivasal, untergeordnet; Zellen etwa 0·02 *mm* lang, sehr dünnwandig.

Markstrahlen zahlreich, 1 bis 2schichtig. Zellhöhe sehr ungleich, zwischen 0·015 bis 0·046 *mm*. Zellen dünnwandig, mit kleinen, einfachen, bei Berührung mit Gefäßwänden mit behöften Tüpfeln. Inhalt: Stärke. Xylotomische Angaben über *Indigofera* auch bei Solereder, p. 310.

Inocarpus.

Inocarpus edulis Forst. Zylindrisches Holzstück, 15 + 14 *mm* (Rechinger, Nr. 3466).

Unter der Lupe erscheinen Gefäßporen in sehr geringer Zahl, ferner zarte Markstrahlen und zahlreiche, tangentiale Holzparenchymbinden als lichte, zum Teile wellige Linien. Holz bräunlichweiß, licht.

Gefäße in geringer Zahl, einzeln oder in Gruppen von 2 bis 8 ohne bestimmte Anordnung der verbundenen Gefäße. Durchmesser klein, 0·04 bis 0·11, im Mittel 0·08 *mm*. Wand mit quergestellten, schmalelliptischen Hoftüpfeln. Im Inhalt tritt häufig eine gelbe Masse (Gummi?) auf, welche das Gefäßlumen ganz oder zum Teile erfüllt.

Libriform ziemlich dickwandig und englumig; Lichte bisweilen kaum 0·002 *mm*; radiale Breite der Fasern im Mittel 0·012 *mm*. Wand mit sehr kleinen, spärlich vorkommenden Tüpfeln.

Holzparenchym metatracheal, häufig auch die Gefäße streckenweise umgebend (paratracheal), im Radialschnitt in 2 bis 6schichtigen Zellenreihen erscheinend. Zellen durchschnittlich 0·118 *mm* lang, 0·019 *mm* breit, dünnwandig, mit einfachen, relativ großen Tüpfeln.

Krystallkammerfasern in großer Menge, bis 0·55 *mm* lang. Die durch dünnwandige Querwände abgegrenzten Kammern enthalten rechteckige, im Mittel 0·026 *mm* lange, 0·0·019 *mm* breite, aufrechte Einzelkrystalle.

Markstrahlen einschichtig, bei einzelnen in der Mitte der Höhe eine oder wenige Doppelzellen Markstrahlzellen relativ niedrig, durchschnittlich 0·018 *mm* hoch, selten über 0·022 *mm*; dünnwandig mit vielen kleinen Tüpfeln, in Berührung mit der Gefäßwand mit größeren, fast viereckigen Tüpfeln.

Mucuna.

Mucuna urens Medic. Zylindrisches Holzstück, 30 + 30 *mm* (Rechinger, Nr. 3426).

Unter der Lupe sieht man wie auch mit freiem Auge am Holzquerschnitt dicht beieinanderstehende große, dickwandige Gefäße, so daß das Holz siebartig durchlöchert erscheint. Holz braun, weich.

Gefäße die Hauptmasse des Holzes bildend, wie bei Lianen überhaupt, sehr weitlumig. Durchmesser 0·026 bis 0·75 *mm*, im Durchschnitt 0·65 *mm*; Gefäßglieder kurz. Wand mit dichtgedrängten Hoftüpfeln, die einen spaltenförmigen Porus zeigen.

Libriform dickwandig, mit spaltenförmigen Tüpfeln.

Holzparenchym gleich dem Libriform einen geringen Anteil an der Holzbildung nehmend, am Radialschnitte in 2 bis 3schichtigen Reihen, etwa 0·02 *mm* breiter, dünnwandiger, einfach getüpfelter Zellen. Inhalt Stärke.

Krystallkammerfasern von bedeutender Länge kommen vor.

Markstrahlgewebe wenig entwickelt. Zellen durchschnittlich 0·055 *mm* lang, 0·021 *mm* breit einfach getüpfelt, mit rotem oder rotbraunem Inhalt erfüllt.

M. gigantea DC. Zylindrisches Holzstück, 25+22 *mm* (Rechinger, Nr. 3520).

Das Holz zeigt im wesentlichen denselben Bau ein *M. urens*.

Loganiaceae.

Fagraea.

Fagraea Berteriana A. Gray. Zylindrisches Holzstück, 34 + 30 *mm* (Rechinger, Nr. 3485).

Unter der Lupe erscheinen die Gefäße zum Teil als weiße Punkte, die Markstrahlen als leicht gebogene Streifen, das Holzparenchym in lichten, schwach gewellten Bogenlinien.

Gefäße einzeln, oder zu 2 bis 4 verbunden, 0·07 bis 0·14 *mm*, im Mittel 0·10 *mm* im Durchmesser, etwa 8 bis 10 pro Quadratmillimeter des Holzquerschnittes. An der Gefäßwand Hoftüpfel mit schräg stehender Spalte. Als Inhalt Thyllen.

Fasertracheiden dickwandig, weitlumig, mit spärlichen Hoftüpfeln. Mittlerer radialer Durchmesser 0·022 *mm*.

Holzparenchym metatracheal, in 1 bis 2schichtigen Zellenreihen zwischen dem Prosenchymgewebe.

Markstrahlen einschichtig, mit sehr hohen, schmalen Zellen. Durchschnittliche Maße: Länge 0·026 *mm*, Höhe 0·063 *mm*, Breite 0·018 *mm*. Zellwand mit kleinen, in Berührung mit Gefäßen mit großen, unbehöften Tüpfeln. Inhalt: Stärke.

Holzanatomische Angaben über *Fagraea* bei Solereder, p. 614.

Loranthaceae.

Loranthus.

Loranthus insularum A. Gray. Zylindrisches Holzstück, 6 *mm* (Rechinger, Nr. 3446).

Unter der Lupe zeigen sich Gefäßporen und Markstrahlen.

Gefäße meist in Gruppen zu 2 bis 4; Querdurchmesser 0·04 bis 0·08, im Mittel 0·06 *mm*. Wand mit querovalen, behöften Tüpfeln mit spaltenförmigem Porus.

Prosenchym dickwandig, englumig, mit kleinen Hoftüpfeln; mittlere radiale Breite 0·016 *mm*.

Holzparenchym reich entwickelt, in 1 bis 3schichtigen Reihen einfach getüpfelter, durchschnittlich 0·023 *mm* breiter Zellen.

Markstrahlen bis 1·3 *mm* lang, 0·1 *mm* breit, 1 bis 3 (zumeist 2 bis 3) schichtig. Markstrahlzellen 0·045 *mm* hoch, 0·042 *mm* lang, dagegen nur 0·020 *mm* breit (Durchschnittszahlen), im Radialschnitt dünnwandig und fast quadratisch, im tangentialen Durchschnitt dickerwandig und breitelliptisch.

Alle parenchymatischen Elemente reich an Stärke.

Solreder erwähnt (p. 821), daß bei der Gattung *Loranthus* das Holzprosenchym Hoftüpfel trägt.

Malvaceae.

Hibiscus.

Hibiscus rosa sinensis L. Zylindrisches Holzstück, 40+37 *mm* (Rechinger, Nr. 3481).

Die Lupe zeigt zwischen kräftigen Markstrahlen zarte Strahlen als lichte Linien, ferner Gefäßporen als weißliche Punkte. Holz weiß, von mittlerer Schwere und Härte.

Gefäße einzeln oder zu 2 bis 4 in radialen Reihen oder zu 4 bis 8 in unregelmäßigen Gruppen; Durchmesser 0·05 bis 0·10, im Mittel 0·08 *mm*; Wand mit sehr kleinen (0·004 *mm*), dicht aneinanderstehenden Hoftüpfeln.

Libriform neben dem Holzparenchym die Hauptmasse des Holzes bildend, aus ziemlich dickwandigen, etwa 0·014 *mm* breiten Fasern zusammengesetzt.

Fasertracheiden in untergeordneter Menge; durchschnittlich 0·020 *mm* breit; mit spärlichen Tüpfeln.

Holzparenchym reichlich ausgebildet; teils in nahe beieinanderstehenden (etwa 0·02 *mm* entfernten) einschichtigen, tangentialen Zellreihen, teils kranzförmig die Gefäße umgebend, also meta- und paratracheal. Zellen im Mittel 0·023 *mm* breit, getüpfelt, mit Stärke gefüllt.

Markstrahlen bis 1 *mm* lang und 0·1 *mm* breit, entweder einschichtig aus im Mittel 0·035 *mm* hohen Zellen gebildet, oder in der Mitte 2 bis 5 schichtig und hier aus niederen (0·023 *mm* hohen) Zellen zusammengesetzt. Wand mit kleinen Tüpfeln, Inhalt Stärke. Die im tangentialen Durchschnitt breit spindelförmig erscheinenden Markstrahlen erscheinen hier oft zu mehreren axial dicht aneinandergereiht.

H. tiliaceus L. Zylindrisches Holzstück, 58+56 *mm* (Rechinger, Nr. 3463).

Die Lupe zeigt Markstrahlen als lichte Striche und unregelmäßig zerstreute Gefäßporen. Holz weiß, sehr leicht und weich.

Gefäße relativ groß, 0·07 bis 0·16, im Mittel 0 13 *mm* im Durchmesser mit kurzen Gliedern und kleinen (0·005 *mm*) Hoftüpfeln.

Fasertracheiden am Querschnitt radial angeordnet, in 4 bis 8 schichtigen Reihen zwischen zwei Markstrahlen, weitlumig (0·02) und sehr dünnwandig (0·0025 *mm*), mit sehr kleinen, behöften Tüpfeln an den Radialwänden.

Holzparenchym teils zwischen den Tracheiden, teils perivasal, im ersteren Falle mit einfachen, im letzteren mit behöften Tüpfeln.

Markstrahlen bis 1 *mm* hoch, etagenförmig zusammengesetzt aus 1 bis 2 schichtigen Teilen aufrechter Zellen und 3 bis 5 schichtigen Teilen liegender Zellen; die aufrechten Zellen 0·035 bis 0·090 *mm*, die liegenden im Mittel 0·020 *mm* hoch. Beispielsweise war ein 24zelliger Markstrahl, wie folgt, zusammengesetzt: 1×68 (eine Zelle 68 Mikromillimeter hoch) + 5×22 (5 Zellen à 22 Mikromillimeter) + 1×80 + 2×27 + 1×84 + 4×21 + 1×65 + 8×20 + 1×70. Wand der Markstrahlzellen mit hoflosen Tüpfeln, auch in Berührung mit der Gefäßwand. Im Zellinneren runde Amylumkörner von etwa 0·009 *mm* Durchmesser und vielfach braune Inhaltmassen.

Xylotomische Angaben über Arten der Gattung *Hibiscus* findet man bei Dumont (p. 164 und 168) und bei Solereder, p. 170.

Sida.

Sida rhombifolia L. Zylindrisches Holzstück, 24 + 21 *mm* (Rechinger, Nr. 3409).

Unter der Lupe erscheinen die Markstrahlen als feine Linien; tangential verlaufende, helle Gewebestreifen erweisen sich als Querschnitte von Gefäßgruppen. Holz weiß, leicht, weich.

Gefäße nur selten einzeln, zumeist in Gruppen, oft 4 bis 6 radial nebeneinander, dann aber auch 4 bis 12 tangential nebeneinander ohne bestimmte Richtung beisammen stehend. Gefäßglieder kurz. Durchmesser 0·03 bis 0·08 *mm*; Wand mit querovalen, 0·008 *mm* breiten Hoftüpfeln. Frühtracheiden im Durchschnitt 0·018 *mm* radiale Breite, dünnwandig, mit kleinen Hoftüpfeln.

Libriform untergeordnet, in einzelnen Zügen, durchschnittlich 0·014 *mm* breite Fasern bildend.

Markstrahlen bis 2·5 *mm* hoch; teils einschichtig und dann meist aus aufrechten Zellen bestehend, teils 2 bis 3 schichtig und dann aus vorwiegend liegenden Zellen zusammengesetzt. Höhe der Markstrahlzellen 0·014 bis 0·090 *mm*. Zellen dünnwandig, reich getüpfelt, in Berührung mit der Gefäßwand größere, einfache querovale oder fast vierseitige Tüpfel.

Möller hat (p. 372) *S. pulchella* Bonpl. holzanatomisch untersucht.

Thespesia.

Thespesia populnea Corr. Zylindrisches Holzstück, 37 + 36 *mm* (Rechinger Nr. 5245).

Unter der Lupe erscheinen nicht zahlreiche Gefäßporen und die Markstrahlen als stellenweise gekrümmte, lichte Linien auf braunem Grunde. Holz leicht, weich.

Gefäße einzeln oder zu 2 bis 3; Durchmesser 0·04 bis 0·10, im Mittel 0·07 *mm* mit kleinen (0·0045 *mm*) quergestellten, dicht aneinander gereihten und sich gegenseitig abflachenden, behöften Tüpfeln.

Libriform zwischen dem Holzparenchym vorkommend, dickwandig, mit spaltenförmigen Tüpfeln in spärlicher Menge.

Holzparenchym die Hauptmasse des Holzes bildend, in zahlreichen, 1 bis 2 schichtigen Zellenzügen zwischen dem Prosenchym; Zellen durchschnittlich 0·020 *mm* breit, mit kleinen, querovalen, einfachen Tüpfeln; Inhalt grobkörnige Stärke in reicher Menge; außerdem kommt perivasales Holzparenchym vor, mit breiteren (0·025 *mm*) Zellen, deren Tüpfel mit denen der Gefäßwände korrespondieren.

Markstrahlen bis 1·5 *mm* lang und 0·1 *mm* breit und bis aus 50 übereinander stehenden Zellen zusammengesetzt, meist 2 bis 3 schichtig; Höhe der Markstrahlzellen 0·02 bis 0·09 *mm*; es wechseln ein bis mehrere einschichtige Reihen aufrechter, im Mittel 0·068 *mm* hoher Zellen mit ein bis mehreren mehrschichtigen Reihen liegender, im Mittel 0·028 *mm* hoher Zellen ab. Zellen dünnwandig, mit quergestellten, einfachen Tüpfeln. Im Inhalt der Zellen treten auf: *a)* große, bis 0·026 *mm* im Durchmesser haltende Stärkekörner von kreisrundem, elliptischem oder ovalem Umriß; *b)* große Kalkoxalatkrystalle von würfelförmiger oder prismatischer Gestalt, in letzterem Falle bis 0·036 *mm* lang und 0·027 *mm* breit; *c)* zitronengelbe, gelbbraune oder rotbraune Füllmassen.

Die Holzanatomie von *Thespesia populnea* wurde schon von Möller (p. 372) und von Höhnel (Sitzb. d. kais. Akad. der Wissensch. Wien, 89. Bd., 1884, p. 42) untersucht. Die Beschreibungen stimmen mehrfach nicht überein. Xylotomische Angaben über die Pflanze findet man auch bei Dumont (p. 167 und 168). Wenn der letztgenannte Autor bezüglich der Malvaceen sagt: »les rayons médullaires ne renferment jamais de cristaux«, so widerspricht dies meinem Befund an *Thespesia*. Höhnel findet »*Thespesia populnea* ganz ähnlich wie *Pterospermum (Büttneriaceae)* gebaut, was das Holz anbelangt«; bei *Pterospermum* (*suberifolium* Lam.) heißt es, »daß in den Markstrahlen viele krystallführende Zellen vorkommen«.

Melastomaceae.

Astronia.

Astronia confertiflora A. Gray. Zylindrisches Holzstück, 50 + 43 *mm* (Rechinger, Nr. 3494).

Unter der Lupe erscheinen am Holzquerschnitt zahlreiche Gefäßporen. Holz weich, lichtbraun, an der Radialfläche glänzend.

Gefäße meist einzeln, aber auch zu 2 bis 3 verbunden; Querdurchmesser 0·06 bis 0·13, im Mittel 0·1 *mm*. Wand mit ziemlich großen Tüpfeln mit breitelliptischem Hof und langer, schmaler Spalte. Zahl der Gefäße etwa 35 pro Quadratmillimeter des Querschnittes.

Fasertracheiden dünnwandig, mit zarten, horizontalen Querwänden und zahlreichen, kleinen Tüpfeln. Mittlere radiale Breite 0·018 *mm*.

Markstrahlen in reichlicher Menge, etwa 25 pro Millimeterlänge (im Querschnitt); einschichtig, infolge der zahlreichen und großen Gefäße häufig von der radialen Richtung abgelenkt. Markstrahlzellen relativ hoch, im Mittel 0·036 *mm*; indes in der Höhe wenig, mehr in der Breite variierend. Wände mit einfachen, kleinen Tüpfeln, in Berührung mit der Gefäßwand mit großen, nach verschiedenen Richtungen orientierten Treppenhoftüpfeln bedeckt. Als Zellinhalt oft eine braune, körnige Masse.

A. samoensis S. Moore. Zylindrisches Holzstück, 30 + 26 *mm* (Rechinger, Nr. 3499).

Im anatomischen Bau wesentlich mit *A. confertiflora* übereinstimmend.

Gefäße meist einzeln, hie und da auch 2 bis 3 verbunden. Querdurchmesser 0·05 bis 0·12, im Mittel 0·09 *mm*. Wand mit ziemlich großen, fast vierseitigen Tüpfeln bedeckt.

Fasertracheiden dünnwandig, mit zarten, horizontalen Querwänden und zahlreichen, kleinen Hoftüpfeln. Mittlere radiale Breite 0·018 *mm*.

Markstrahlen in reichlicher Menge, etwa 18 pro Millimeterlänge (im Querschnitt), einschichtig. Markstrahzellen relativ hoch, im Mittel 0·040 *mm*. Größendimensionen und damit die Form der Zellen sehr ungleich. Höhe 0·018 bis 0·05, Länge 0·017 bis 0·03, tangentiale Breite 0·009 bis 0·014 *mm*. Wände mit zahlreichen, kleinen, einfachen Tüpfeln, in Berührung mit der Gefäßwand mit großen, nach verschiedenen Richtungen orientierten Treppenhoftüpfeln bedeckt. Als Zellinhalt teils eine rotbraun körnige teils eine dunkelbraune, amorphe Masse auf.

Foxworthy macht (p. 377) xylotomische Angaben über *Astronia macrophylla*; vergl. auch Solereder, p. 414.

Melastoma.

Melastoma denticulatum Labill. Zylindrisches Holzstück, 13 + 12 *mm* (Rechinger, Nr. 3434).

Unter der Lupe erscheinen am Holzquerschnitt kleine Gefäßporen und etwas undeutlich die Markstrahlen. Hoiz bräunlichweiß.

Gefäße zahlreich, durchschnittlich etwa 56 pro Quadratmillimeter des Querschnittes, meist einzeln stehend, 0·04 bis 0·09, im Mittel 0·07 *mm* im Querdurchmesser. Wand mit querovalen, dem Kreise sich nähernden (0 006 *mm*) Hoftüpfeln.

Fasertracheiden in radialen Reihen, im Querschnitt viereckig, dünnwandig, mit sehr kleinen Hoftüpfeln spärlich bedeckt. Radiale Breite im Mittel 0·017 *mm*.

Holzparenchym perivasal, Zellen etwa 0·05 *mm* lang, dünnwandig, mit relativ großen querovalen Tüpfeln.

Markstrahlen einschichtig, am Querschnitt durch die zahlreichen Gefäße häufig von der radialen Richtung abgelenkt (lokal bogig oder winkelig gekrümmt). Markstrahlzellen dünnwandig, etwa 0·05 *mm* hoch, von geringer Länge und Breite (0·008 bis 0·01 *mm*, mit kleinen, in Berührung mit der Gefäßwand mit großen, querstehenden, einfachen Tüpfeln.

Meliaceae.

Aglaia.

Aglaia samoensis A. Gray. Zylindrisches Holzstück, 28 + 26 *mm* (Rechinger, Nr. 3444).

Unter der Lupe erscheinen die Gefäßdurchschnitte als kleine Poren, die Markstrahlen als sehr feine Linien. Tangential angeordnetes Holzparenchym bildet lichte, konzentrische Bogenlinien. Holz licht graubraun, leicht.

Gefäße zerstreut, einzeln oder zu 2 bis 3, ganz oder teilweise in den Holzparenchymbändern liegend. Querschnitt derselben elliptisch oder oval, 0·05 bis 0·09 (im Mittel 0·07) *mm*; Wände mit kleinen (0·005 *mm*) querelliptischen, dicht aneinanderstehenden Tüpfeln bedeckt.

Libriformfasern mitteldickwandig, spitzzulaufend, durch dünne, horizontale Querwände gefächert; kleine spaltenförmige Tüpfel. Mittlere radiale Breite der Fasern 0·015 *mm*.

Gefächerte Krystallfaserzellen liegen zwischen den Litriformfasern; häufige Länge 0·5 bis 0·6 *mm*.

Holzparenchym reichlich, meta- und paratracheal. Von ersterem liegen im Holzquerschnitt in radialer Richtung etwa 24 Reichen auf einer Länge von einem Millimeter; im Radialschnitt bildet das metatrachnele Holzparenchym 1 bis 4schichtige Reihen dünnwandiger, einfach getüpfelter Zellen, die im Mittel 0·11 *mm* lang, 0·023 *mm* breit sind, häufig braunen Inhalt und runde Stärkekörner führen, die besonders den Querwänden angelagert sind.

Markstrahlen einschichtig, bis 30 Zellen umfassend; diese dünnwandig, einfach getüpfelt, auch bei Berührung mit Gefäßwänden. Als Innenbelag der Zellwände, oder das ganze Lumen ausfüllend, tritt ein brauner Inhalt auf. Durchschnittliche Dimensionen der Markstrahlzellen: Höhe 0·026, Länge 0·038, Breite 0·014 *mm*; die Kantenzellen höher (0·05 *mm*).

Dysoxylon.

Dysoxylon alliaceum Blume. Zylindrisches Holzstück, 20 + 18 *mm* (Rechinger, Nr 3470).

Die Lupe zeigt am Querschnitte Gefäße und Markstrahlen. Holz lichtbraun, leicht.

Gefäße zerstreut, meist einzeln, von elliptischem Umriß, 0·04 bis 0·12, im Mittel 0·08 *mm* weit. Tüpfel relativ groß (0·014 *mm*), mit querelliptischem Hof und spaltenförmigem Porus.

Fasertracheiden, die Hauptmasse des Holzes bildend, dünn- bis mitteldickwandig, sehr kleine Hoftüpfel tragend. Lumen 0·007 bis 0·018 *mm*. Viele Fasern sind mit kreisrunden Stärkekörnern gefüllt, die in den engen Zellen einreihig (perlschnurförmig) vorkommen.

Holzparenchym in 2 bis 4schichtigen Reihen, meist perivasal. Zellen durchschnittlich 0·088 *mm* lang, 0·02 *mm* breit, dünnwandig, als Inhalt Stärke und feinkörnigen, braunen Inhalt führend.

Markstrahlen 1 bis 4schichtig; die meisten sind an den Enden (Kanten) aus einschichtigen hohen, in der Mitte aus zweischichtigen, niederen Zellen zusammengesetzt; die ersteren etwa 0·03 *mm*, die letzteren etwa 0·06 *mm* hoch. Zellwand mit kleinen, bei Berührung mit einer Gefäßwand mit sehr großen, elliptischen Tüpfeln bedeckt. Als Zellinhalt: runde Stärkekörner von verschiedener Größe (0·007 bis 0·018 *mm*), fein- und grobkörnige braune Massen und Einzelkrystalle von Kalkoxalat.

Bargagli hat (p. 318) die Holzanatomie von *Dysoxylon* spec. beschrieben.

Melia.

Melia Azederach L. Holzstück (Rechinger. Nr. 3422).

Unter der Lupe sieht man auf dem Holzquerschnitte deutlich die Markstrahlen sowie große Gefäßporen, die radial angeordnet sind, weit voneinander abstehen und einen Porenring im Frühholze bilden. In der Tangentialansicht erscheinen die Markstrahlen als dunkelbraune Strichelchen auf lichtbraunem Grunde. Holz ziemlich leicht und weich.

Gefäße regellos zerstreut, in geringer Zahl, besonders im Spätholz, meist einzeln, mit einem dem Kreise sich nähernden Querschnitt. Durchmesser 0·06 bis 0·18, im Mittel 0·013 *mm*. Wand mit sehr

feiner Streifung und kleinen, querovalen Hoftüpfeln. In vielen Gefäßen ein amorpher, rubinroter Inhalt, der entweder das ganze Lumen ausfüllt oder einen Wandbelag bildet.

Libriform dick- bis mitteldickwandig, ungetüpfelt und mit feiner Spiralstreifung, die besonders an der Tangentialwand hervortritt. Lumen 0·009 bis 0·01 *mm*, radiale Breite im Mittel 0·014 *mm*.

Holzparenchym etweder perivasal und dann gleich den Gefäßen behöfte Tüpfeln zeigend, oder zwischen dem Libriform; in diesem Falle spärlich vorkommend, kurzzellig, einfach getüpfelt, stärkeführend.

Markstrahlen 1 bis 5-, die meisten 3 bis 4schichtig, kurz, im Mittel kaum 0·3 *mm* lang und höchstens 0·045 *mm* breit. Markstrahlzellen sehr dünnwandig, in der Höhe wenig differierend, durchschnittlich 0·018 *mm* hoch. Wand mit einfachen, kleinen, in Berührung mit Gefäßen mit einfachen, großen, eiförmigen Tüpfeln. Als Inhalt häufig eine rotbraune Masse.

Die von Möller (p. 380) gegebene Beschreibung von *Melia Azederach*, ebenso die xylotomischen Angaben Piccioli's (172) über dieselbe Pflanze stimmen im wesentlichen mit meinen Befunden überein. Vergl. auch Solereder, p. 224.

Myristicaceae.

Myristica.

Myristica hypargyracea A. Gray. Zwei zylindrische Holzstücke 35 + 35 *mm* und 70 + 66 *mm* (Rechinger Nr. 3406 und 3407).

Unter der Lupe sieht man auf dem Holzquerschnitte relativ große Gefäßporen, sehr nahe beieinander stehende Markstrahlen und zarte, lichte, tangentiale Holzparenchymstreifen. Holz lichtbraun, leicht, weich.

Gefäße einzeln oder zu 2 bis 3 radial hintereinander, meist mit elliptischem Querschnitt; Durchmesser 0·06 bis 0·15, im Mittel 0·12 *mm*. Auf ein Quadratmillimeter des Querschnittes kommen durchschnittlich 10 Gefäße. Gefäßwand häufig rotbraun gefärbt, so daß dann die kleinen, querovalen Tüpfel undeutlich erscheinen.

Fasertracheiden im Querschnitt radiale Anordnung und vierseitigen Umriß zeigend; dünnwandig, mit steil stehenden, spaltenförmigen Hoftüpfeln. Das Lumen wird partienweise enger, wodurch Zuwachszonen angedeutet sind. Mittlere radiale Breite 0·017 *mm*.

Holzparenchym metatracheal, öfter auch die Gefäße teilweise umgebend (perivasal). Im Radialschnitt in 1 bis 2 (selten mehr-) schichtigen Reihen dünnwandiger, durchschnittlich 0·022 *mm* breiter Zellen, die runde Stärkekörner und eine braune Inhaltsmasse führen.

Markstrahlen bis 1·3 *mm* lang und bis aus 30 Zellen zusammengesetzt, einschichtig oder in der Mitte ein oder mehrere Zellenpaare führend (partiell zweischichtig). Markstrahlzellen von sehr ungleicher Höhe, 0·022 bis 0·090 *mm*. Die einschichtigen Markstrahlen und die einschichtigen Partien der partiell zweischichtigen Strahlen aus aufrechten, die zweischichtigen Partien aus niederen (liegenden) Zellen bestehend. Zellwände mit einfachen Tüpfeln, bei Berührung mit der Gefäßwand mit großen, länglich-ovalen (treppenförmigen), bis 0·036 langen und 0·10 *mm* breiten Tüpfeln. Im Inhalt der Zellen große Amylumkörner und, die Zelle ganz oder teilweise ausfüllend, eine rotbraune Masse.

Möller hat (p. 365) die Holzanatomie von *M. Bicuhyba* Schott (Brasilien), Bargagli jene von *M. elliptica* Wall. (Borneo) beschrieben. Nach meinen Befunden stimmt *M. hypargyracea* xylotomisch mehr mit der *M. elliptica* als mit *M. Bicuhyba* überein. Auffallend ist, daß Möller kein Holzparenchym angibt.

Myrtaceae.

Eugenia.

Eugenia brevifolia A. Gray. Zylindrisches Holzstück 37 + 30 *mm* (Rechinger Nr. 3502).

Unter der Lupe sieht man zahlreiche Gefäße als kleine Poren, ferner wellige, vielfach unterbrochene, tangentiale Streifen (Holzparenchym). Holz braun, von mittlerer Härte und Schwere.

Gefäße meist einzeln, ab und zu auch 2 bis 3 radial nebeneinander stehend, ziemlich gleichmäßig über den Querschnitt verteilt. Durchmesser im Mittel 0·09 *mm*. Wand mit Hoftüpfeln (0·008 *mm*).

Libriform radiale Anordnung zeigend; Fasern dickwandig, sehr spärlich getüpfelt; radiale Lichte 0·004 bis 0·014 *mm*.

Holzparenchym in kurzen, tangentialen Reihen, ferner perivasal angeordnet, im Radialschnitt in 1 bis 4 schichtigen Reihen zwischen dem Prosenchymgewebe verlaufend. Zellen im Mittel 0·10 *mm* lang, 0·04 *mm* breit, dünnwandig, mit scharf konturierten, einfachen Tüpfeln. Im Zellinhalt kreisrunde Stärkekörner.

Markstrahlen entweder einschichtig und dann aus hohen Zellen gebildet oder zum Teil ein-, zum Teil mehrschichtig (2 bis 4 schichtig); in letzterem Falle sind die einschichtigen Partien aus aufrechten Zellen, die mehrschichtigen aus niederen (liegenden) Zellen zusammengesetzt. Mittlere Höhe der Palisadenzellen 0·043 *mm*, der niederen 0·017 *mm*. Zellwand mit zahlreichen, kleinen Tüpfeln; in Berührung mit Gefäßwänden mit großen, quergestellten, einfachen Poren. Als Zellinhalt treten Stärke, ferner eine braune oder rote Substanz auf, die oft kugelförmige Gebilde von der Größe der Stärkekörner zeigt.

E. corynocarpa A. Gray. Zwei zylindrische Holzstücke 26 + 24 *mm* und 34 + 30 *mm* (Rechinger Nr. 3458 und 3522).

Beide Stücke zeigten übereinstimmenden Bau; bei Nr. 3522 waren die Holzelemente im allgemeinen etwas größer; die auf dieses Holzstück sich beziehenden Messungen sind, wenn von Nr. 3458 abweichend, in eckigen Klammern beigefügt.

Unter der Lupe sieht man zahlreiche Gefäßporen und sehr dünne, dicht beieinander stehende, tangentiale Holzparenchymbinden. Die Markstrahlen erscheinen undeutlich; Holz braun, von mittlerer Härte und Schwere.

Gefäße meist einzeln, mitunter auch zu zweien, ziemlich gleichmäßig über den Querschnitt verteilt. Längendurchmesser im Mittel 0·06 [0·10 *mm*], Wand mit kleinen Hoftüpfeln. Zahl der Gefäße etwa 50 pro Quadratmillimeter.

Libriform radiale Anordnung zeigend. Fasern dickwandig, sehr spärlich getüpfelt. Radiale Breite der Zellen 0·015 *mm* [0·017 *mm*].

Holzparenchym reichlich vorhanden, vorwiegend tangential angeordnet, in 1 bis 3 schichtigen Zellreihen zwischen dem Prosenchymgewebe verlaufend. Zellen im Mittel 0·08 *mm* lang und 0·024 *mm* [0·035 *mm*] breit, dünnwandig, mit einfachen Tüpfeln.

Markstrahlen entweder einschichtig und dann aus hohen Zellen gebildet oder zum Teil 1-, zum Theil 2 bis 3 schichtig; im letzteren Falle sind die einschichtigen Partien aus hohen (aufrechten) Zellen, die mehrschichtigen aus niederen (liegenden) Zellen zusammengesetzt. Mittlere Höhe der ersteren 0·042 *mm* [0·039 *mm*], der letzteren 0·018 *mm*. Zellwand mit zahlreichen, kleinen Tüpfeln; in Berührung mit Gefäßwänden mit großen, quergestellten, einfachen Poren. Zellinhalt wie bei *E. brevifolia*.

E. Michelii Lam. Zwei zylindrische Holzstücke 25 + 24 *mm* und 40 + 38 *mm* (Rechinger Nr. 3400 und 3503).

Unter der Lupe sieht man dünne, nahe beieinander stehende, tangentiale Bogenlinien von Holzparenchym. Die Markstrahlen erscheinen undeutlich. Holz bräunlichweiß, schwer und hart. Beide Holzstücke zeigen übereinstimmenden mikroskopischen Charakter.

Die auf Nr. 3503 sich beziehenden Messungen sind, wenn von Nr. 3400 abweichend, in eckigen Klammern beigefügt.

Gefäße zumeist einzeln, etwa 100 [110] pro Quadratmillimeter; Durchmesser 0·036 bis 0·072, im Mittel 0·05 *mm*. Wand mit kleinen Hoftüpfeln.

Libriform aus dickwandigen, englumigen, stellenweise reich getüpfelten Fasern zusammengesetzt; die Wanddicke dieser Elemente, welche die Hauptmasse des Holzes bilden, ist 0·005 bis 0·008 *mm*, das Lumen sinkt von 0·009 bis auf 0·002 *mm*.

Holzparenchym in tangentialer Anordnung; am Radialschnitt in 1 bis 2schichtigen Zügen kurzer (0·05 *mm*), öfter ausgebuchteter Zellen erscheinend, einfach getüpfelt und oft einen braunen Inhalt führend.

Markstrahlen einschichtig, in der Mitte ihrer Höhe auch oft zweischichtig, mittlere Höhe 0·016 [0·014] *mm*, die der aufrechten Kantenzellen 0·035 *mm*; mit reich getüpfelten Wänden und häufig braunem Zellinhalt.

Im Holzgewebe treten idioblastisch große, runde oder breitelliptische Zellen auf, die entweder einzeln oder zu mehreren axial übereinanderstehend vorkommen und je einen großen (bis 0·07 *mm* langen) Krystall einschließen.

Bemerkenswert für die untersuchten *Eugenia*-Hölzer ist die reiche Tüpfelung aller Holzelemente an der Radial- und an der Tangentialwand.

Möller gibt (p. 402) holzanatomische Merkmale von *E. Pimenta* DC. und *E. australis* Wendl. Vergl. auch Solereder (p. 401).

Psidium.

Psidium Guajava L. Zylindrisches Holzstück 60 + 52 *mm* (Rechinger Nr. 3491).

Unter der Lupe erscheinen im Holzquerschnitte zahlreiche sehr kleine Gefäßporen. Die Markstrahlen sind schwer sichtbar. Holz bräunlichweiß, mittelhart, dicht, sehr gut schneidbar.

Gefäße einzeln, selten zu 2 bis 3, im ganzen radial angeordnet, englumig. Querdurchmesser 0·04 bis 0·09, im Mittel 0·06 *mm*. Kleine Hoftüpfel.

Fasertracheiden dickwandig, Lumen von 0·014 bis 0·005 *mm*, Wand mit behöften Tüpfeln.

Holzparenchym in einschichtigen Reihen etwa 0·025 *mm* breiter Zellen zwischen den Prosenchymfasern; am Querschnitt kurze, tangentiale Streifen bildend, teilweise auch den Gefäßen angelagert.

Markstrahlen 0·06 bis 0·80 *mm* lang, 1 bis 2schichtig; Zellen von ungleicher Höhe; in den einschichtigen Markstrahlen und an den Kanten der zweischichtigen 0·025 *mm* hohe Zellen; die zweischichtigen Strahlen in der Regel aus sehr niederen, im Mittel nur 0·012 *mm* hohen Zellen zusammengesetzt. Zellwand mit zahlreichen, kleinen, unbehöften, in Berührung mit Gefäßwänden mit behöften Tüpfeln versehen.

Möller hat (p. 401) die Holzanatomie von *Ps. pyriferum* L. beschrieben: »Das Holz stimmt in Bau und Anordnung aller Elemente vollkommen mit *Eugenia* überein.« Von Ursprung wurde (p. 18) *Ps. pomiferum* L. einer genauen mikroskopischen Untersuchung unterzogen.

Passifloraceae.

Passiflora.

Passiflora quadrangularis L. Stengelstücke 8 + 8 *mm* (Rechinger Nr. 3456).

Unter der Lupe sieht man dicht beisammenstehende, weitlumige, dickwandige Gefäßporen.

Gefäße die Hauptmasse des Holzes bildend, 0·1 bis 0·4, im Mittel 0·3 *mm* weit, mit großen, querovalen Hoftüpfeln. Gefäßglieder sehr kurz.

Libriform untergeordnet; Fasern im Mittel 0·024 *mm* breit.

Holzparenchym teils metatracheal, aus einfach getüpfelten Zellen, teils paratracheal, aus behöft getüpfelten Zellen gebildet.

Markstrahlen 1 bis 3schichtig. Markstrahlzellen teils liegend, teils aufrecht. Durchschnittliche Höhe der ersteren 0·03, der letzteren 0·05 *mm*. Dünnwandig, reich getüpfelt. Einzelne Zellen mit rotbraunem Inhalt erfüllt.

Anatomische Angaben über *Passiflora* auch bei Solereder, p. 437.

Piperaceae.

Piper.

Piper fasciculare Rech. Zylindrisches Holzstück 13 + 13 *mm* (Rechinger Nr. 3445).

Unter der Lupe, auch schon mit freiem Auge, sieht man am Holzquerschnitte kräftige Markstrahlen, die gegen die Peripherie des Stammes an Dicke zunehmen und hier eine Breite von 0·02 bis 0·3 *mm* besitzen. In dem durch die Markstrahlen gleichsam in Sektoren geteilten Holzzellengewebe erscheinen die Gefäßporen.

Gefäße 0·03 bis 0·10, im Mittel 0·054 *mm* im Durchmesser; Wand mit treppenförmigen Verdickungen, als Querstreifung erscheinend.

Fasertracheiden dünnwandig, mit kleinen Hoftüpfeln an den Längswänden; radiale Weite größer als die tangentiale.

Markstrahlgewebe mächtig entwickelt; am Tangentialschnitte bilden die Markstrahlen parallele, 0·2 bis 0·3 *mm* breite, bis 14schichtige Gewebestreifen. Markstrahlzellen groß, im tangentialen Schnitt als axial gestreckte Rechtecke oder mehr weniger deutlich ausgebildete Sechsecke erscheinend. Mittlere Werte: Höhe 0·078 *mm*, Länge 0·030 *mm*, Breite 0·024 *mm*. Zellen dünnwandig, mit einzigen Tüpfeln, besonders an der Tangentialwand. Im Inhalt Stärke.

P. Graeffei Warb. Zylindrisches Holzstück 23 + 22 *mm* (Rechinger Nr. 3425).

Unter der Lupe (auch schon im freien Auge) erscheint der Holzquerschnitt durch sehr dünne Markstrahlplatten in Sektoren geteilt, in denen große Gefäßporen meist einreihig in radialer Richtung angeordnet liegen. Die Gefäße treten meist einzeln auf, hin und wieder sind zwei Gefäße durch eine tangentiale Wand verbunden.

Gefäße im Mittel 0·4, im Maximum 0·5 *mm* weit, mit querovalen, auffallend großen, 0·018 bis 0·020 *mm* langen und 0·013 bis 0·017 *mm* breiten, behöften Tüpfeln.

Prosenchymzellen dünnwandig, durchschnittlich von 0·028 *mm* radialer Breite mit undeutlich behöften Tüpfeln.

Holzparenchym ganz untergeordnet.

Markstrahlen einschichtig. Zellen dünnwandig, mit großen, hoflosen Tüpfeln. Durchschnittliche Höhe 0·030 *mm*. Die meisten Holzelemente enthalten braune Massen.

P. Macgillivrayi DC. Dünnes, zylindrisches Holzstück, acht *mm* im Durchmesser (Rechinger Nr. 3480).

Unter der Lupe bietet der Holzquerschnitt dasselbe Bild wie *P. Graefii*; durch sehr dünne Markstrahlplatten werden Sektoren gebildet, in denen meist einreihig in radialer Richtung die Gefäßporen liegen.

Gefäße 0·10 bis 0·22, im Mittel 0·15 *mm* weit, mit Treppentüpfeln.

Prosenchymfasern mitteldickwandig, durchschnittlich von 0·026 *mm* radialer Breite, mit undeutlich behöften Tüpfeln.

Holzparenchym in einschichtigen Zellreihen zwischen den Prosenchymfasern, fast von derselben radialen Breite wie diese, Stärke enthaltend.

Markstrahlen einschichtig. Zellen palisadenförmig, im Mittel 0·044 *mm* hoch, sehr dünnwandig, einfach getüpfelt, reich an Stärke.

P. methysticum Forst. Zylindrisches Holzstück 15 + 14 *mm* (Rechinger Nr. 3424).

Unter der Lupe bietet der Holzquerschnitt ein ähnliches Bild wie *P. fasciculare*. Der Holzkörper bildet einen 3 *mm* breiten Ring. Schon mit freiem Auge sieht man in radialer Anordnung abwechselnd gelbliche und bräunliche Streifen. Erstere, 0·28 bis 0·78 *mm* breit, sind Markstrahlen, letztere, 0·13 bis 0·30 *mm* breit, werden von Prosenchymgewebe gebildet.

Gefäße 0·04 bis 0·10, im Mittel 0·7 *mm* weit, einzeln oder zu 2 bis 4, unregelmäßig aneinander gereiht. Wandverdickung treppenförmig.

Prosenchymfasern mittel dickwandig, ziemlich weitlumig, klein getüpfelt. Mittlere radiale Breite 0·02 *mm*.

Markstrahlgewebe mächtig entwickelt; am Tangentialschnitt bilden die Markstrahlen longitudinale, 0·3 bis 0·8 *mm* breite bis 24schichtige Gewebestreifen. Markstrahlzellen groß, im tangentialen Schnitt als axial gestreckte Rechtecke oder in der Form mehr weniger einem Sechsecke ähnlich. Durchschnittliche Höhe 0·072 *mm*. Zellen dünnwandig; Wand mit sehr kleinen Poren, im Inhalt reichlich Stärke.

Aus dem Mitgeteilten ergibt sich, daß einerseits *P. fasciculare* und *P. methysticum*, andrerseits *P. Graeffi* und *P. Macgillivrayi* einen ähnlichen anatomischen Holzbau aufweisen.

Holzanatomische Angaben über *Piper* auch bei Solereder, p. 781.

Rhamnaceae.

Alphitonia.

Alphitonia excelsa Reinecke. Zylindrisches Holzstück 28 + 26 *mm* (Rechinger Nr. 3454).

Die Lupe zeigt am Holzquerschnitte zahlreiche Gefäßporen und einander sehr genäherte Markstrahlen als lichte Linien. Holz lichtbraun, an der Radialfläche glänzend; weich.

Gefäße meist einzeln, aber auch zu 2 bis 3; Querdurchmesser 0·06 bis 0·15, im Mittel 0·09 *mm*. Wand mit Hoftüpfeln.

Libriform, die Hauptmasse des Holzes bildend, relativ dünnwandig, am Querschnitt radial angeordnet. Lumen 0·009 bis 0·018 *mm*, wobei weiterlichtige Partien mit engerlichtigen abwechseln. Mittlere radiale Breite der Fasern (inklusive Wand) 0·016 *mm*.

Holzparenchym spärlich, in der Umgebung der Gefäße.

Markstrahlen zumeist einschichtig, manchmal auch zum Teil zweischichtig; die meisten Zellen als »liegende« Markstrahlzellen erscheinend, durchschnittlich 0·027 *mm* hoch. Zellen dünnwandig, mit vielen kleinen, einfachen Tüpfe'n; in Berührung mit Gefäßen gleich diesen mit Hoftüpfeln. Im Inhalt Stärke und als Belag der Innenwand eine braune Masse.

Rhizophoraceae.

Rhizophora.

Rhizophora mucronata Lam. Zylindrisches Holzstück 13 + 12 *mm* (Rechinger Nr. 1664).

Im Lupenbilde treten die Markstrahlen als kräftige, lichte Streifen auf braunem Grunde deutlich hervor; dagegen sind die Gefäße kaum wahrnehmbar, hie und da erscheinen sie als weiße Pünktchen. Holz ziemlich hart.

Gefäße relativ englumig, im Querschnitt fast kreisförmig, 0·03 bis 0·07, im Mittel 0·055 *mm* im Durchmesser, ziemlich gleichmäßig über den Holzquerschnitt verteilt. Gefäßdurchbrechungen leiterförmig; Gefäßwände mit großen, einfachen, streifenförmigen oder behöften Tüpfeln (Treppenhoftüpfeln).

Libriform im Querschnitt radiale Anordnung zeigend; dickwandig. Lumen bis 0·005 *mm* verengt. Wand spärlich getüpfelt.

Holzparenchym in einschichtigen Zellreihen zwischen dem Prosenchym, im ganzen sehr untergeordnet.

Markstrahlgewebe reichlich entwickelt, so daß es im Radialschnitt bisweilen das ganze Gesichtsfeld des Mikroskopes (0·2 mm^2) bedeckt. Markstrahlen bis 2 *mm* lang und 0·1 *mm* breit, 2 bis 5schichtig. Markstrahlzellen an Höhe und Breite nicht auffallend differierend, im Mittel 0·02 *mm* hoch, mitteldickwandig. Im Tangentialschnitt kreisförmig, oval oder fast polygonal erscheinend. Wände mit vielen kleinen, einfachen Tüpfeln, in Berührung mit Gefäßwänden mit großen, unbehöften oder behöften Tüpfeln. In vielen Zellen ein großer Krystall von Calciumoxalat enthalten.

Möller hat (p. 399) *Rh. Mangle* L. beschrieben, das einen ähnlichen Holzbau hat wie *Rh. mucronata*. Die von Solereder (p. 387) für die Mangrove-Rhizophoreen angegebenen histologischen Merkmale fand ich bei dem untersuchten Holze bestätigt.

Rosaceae.

Parinarium.

Parinarium laurinum A. Gray. Zylindrisches Holzstück 30 + 28 *mm* (Rechinger Nr. 3441).

Unter der Lupe sieht man auf der Querschnittfläche relativ große Gefäßporen und zahlreiche Markstrahlen als feine Linien. Holz lichtbraun, von mittlerer Härte.

Gefäße in relativ geringer Zahl, einzelstehend, weitlumig, 0·06 bis 0·16, im Mittel 0·09 *mm*; mit Hoftüpfeln.

Fasertracheiden im Querschnitt radial angeordnet, dickwandig (Wanddicke bis 0·0054 *mm*), mit kreisrunden Hoftüpfeln an der Radial- und Tangentialwand; mittlere radiale Breite 0·015 *mm*.

Holzparenchym reichlich vorkommend, in tangentialen Binden. Auf dem Querschnitt stehen auf der Länge eines Millimeters nebeneinnander etwa 18 bis 20 Markstrahlen und 12 bis 13 Holzparenchymbinden. Auf der Radialfläche bildet es 1 bis 2 schichtige Reihen dünnwandiger, im Durchschnitt 0·072 *mm* langer, 0·023 *mm* breiter Zellen.

Markstrahlen bis 0·9 *mm* lang und bis 30 zellig, in der Regel einschichtig, selten in der Mitte der Höhe zweischichtig; Höhe der Markstrahlzellen sehr ungleich, von 0·018 bis 0·068 *mm*; mittlere

Breite 0·021 *mm.* Hohe Zellen besonders an den Kanten der Markstrahlen. Wände mit zahlreichen, kleinen Tüpfeln, in Berührung mit Gefäßen mit großen, leiterförmigen Tüpfeln.

Foxworthy gibt (p. 386) xylotomische Merkmale für *P. Griffithianum* Benth. an.

Rubiaceae.

Gardenia.

Gardenia Lanutoo Reinecke. Zylindrisches Holzstück, 40 + 38 *mm* (Rechinger Nr. 3505).

Unter der Lupe sind am Holzquerschnitte die Markstrahlen deutlich, die Gefäße nur undeutlich sichtbar. Holz lichtbraun, von mittlerer Härte und Schwere, an der Radialfläche glänzend.

Gefäße zahlreich, relativ englumig, 0·03 bis 0·06 *mm,* mit leiterförmigen Durchbrechungen und sehr kleinen (0·004 *mm*) Tüpfeln.

Fasertracheiden mitteldickwandig, weitlumig, spitz endigend und mit Querwänden von derselben Dicke wie die Längswand. An der Radial- und Tangentialwand Hoftüpfel. Mit braunen, teils amorphen, teils kugelförmigen Inhaltsmassen.

Holzparenchym perivasal. Zellen im Mittel 0·13 *mm* lang, 0·035 *mm* breit, dünnwandig, mit einfachen Poren.

Markstrahlen entweder einschichtig oder an den Enden nur eine Reihe von Zellen führend, in der Mitte 2 bis 4schichtig. Die einschichtigen Partien bestehen aus auffallend hohen und schmalen Palisaden. Messungen ergaben die Mittelwerte: Höhe 0·125 *mm,* Breite 0·016 *mm,* Länge 0·032 *mm.* Die mehrschichtigen Partien bestehen aus durchschnittlich 0·028 *mm* hohen und bis 0·068 *mm* breiten Merenchymzellen. Sie führen braunen Inhalt, ausnahmsweise auch Rhaphidenbündel. Alle Markstrahlzellen sind reich getüpfelt.

G. tahitensis DC. Zyilndrisches Holzstück 15 + 15 *mm* (Rechinger Nr. 3518).

Unter der Lupe erscheinen im Holzquerschnitt die Gefäße als feine Poren und die Markstrahlen als zarte Linien. Holz lichtbraun, an der Radialfläche glänzend.

Gefäße zahlreich, häufig gruppenweise in längeren Ketten, in radialer Anordnung, relativ englumig, 0 03 bis 0·0 *mm,* mit leiterförmigen Durchbrechungen und sehr kleinen (0 004 *mm*) Hoftüpfeln.

Fasertracheiden mitteldickwandig, weitlumig, spitz endigend und mit Querwänden von derselben Dicke wie die Längswand. Mit spärlichen Hoftüpfeln. Radiale Lichte 0·018 bis 0·032 *mm.*

Inhalt: Stärke.

Markstrahlen entweder *a)* einschichtig und dann aus hohen, palisadenförmigen Zellen gebildet oder *b)* 2 bis 3 schichtig und dann mit Ausnahme der Kanten aus niedrigen (liegenden) Zellen bestehend oder *c)* streckenweise aus hochzelligen, einschichtigen und niedrigzelligen, mehrschichtigen Teilen zusammengesetzt. Mittlere Höhe der liegenden Zellen 0·017 *mm,* der aufrechten Zellen 0·058 *mm.* Wände reich getüpfelt; als Zellinhalt treten braune Massen auf.

Möller hat (p. 343) *G. sulcata* Gaertn. xylotomisch beschrieben.

Hydnophytum.

Hydnophytum spec. Dünnes Stengelstück von 9 *mm* Durchmesser (Rechinger Nr. 3478, Insel Bougainville).

Unter der Lupe erscheinen die Markstrahlen als äußerst feine Strichelchen.

Gefäße zahlreich, einzeln oder zu mehreren, oft bis 10 hintereinander in einer radialen Kette, relativ englumig, 0·027 bis 0·060, im Mittel 0·04 *mm,* mit querovalen Tüpfeln.

Fasertracheiden mitteldickwandig, mit sehr zarten, horizontalen, Querwänden, an der Radial- und Tangentialfläche mit behöften Tüpfeln reichlich bedeckt. Radiale Lichte 0·013 bis 0·023 *mm*.

Holzparenchym untergeordnet, zwischen den Fasertracheiden verlaufend, fast von derselben Weite wie diese, jedoch mit einfachen Tüpfeln.

Markstrahlen einschichtig. Zellen 0·07 bis 0·22, im Mittel 0·12 *mm* lang, aber nur 0·027 *mm* radial breit, reich getüpfelt; am Tangentialschnitt mit schief (stark geneigt) verlaufenden Querwänden. So hohe Markstrahlpalisaden sind bei keinem der hier untersuchten Hölzer beobachtet worden.

Ixora.

Ixora amplifolia A. Gray. Zylindrisches Holzstück 20 + 19 *mm* (Rechinger Nr. 3416).

Unter der Lupe sieht man die Markstrahlen als äußerst feine Linien und zahlreiche, zarte Bogenlinien von Holzparenchym Holz lichtbraun, von mittlerer Härte.

Gefäße zumeist einzeln, in reichlicher Menge vorhanden; Durchmesser 0·03 bis 0·07, im Mittel 0·05 *mm*. Wände mit sehr kleinen Hoftüpfeln.

Fasertracheiden dickwandig und englumig. Wanddicke bis 0·01 *mm*, am Querschnitt Porenkanäle zeigend; Lumen 0·017 bis 0·03 *mm*; an den Wänden Hoftüpfel.

Holzparenchym metatracheal, in reichlicher Menge vorhanden. Am Radialschnitt 2 bis 7 schichtige Reihen dünnwandiger, einfach getüpfelter, im Mittel 0·08 *mm* hoher, 0·024 *mm* breiter Zellen bildend, die häufig feinkörnigen, braunen Inhalt führen.

Markstrahlen entweder einschichtig oder partiell zweischichtig; im letzteren Falle wechseln 2 bis 5 Reihen niederer (liegender) Zellen mit mehreren übereinanderstehenden hohen, (aufrechten) Zellen ab. Mittlere Höhe der ersteren 0·025 *mm*, der letzteren 0·05 *mm*. Zellen dünnwandig, einfach getüpfelt, oft mit lichtbraunem Inhalt.

Morinda.

Morinda citrifolia L. Zwei zylindrische Holzstücke 35 + 30 *mm* und 35 + 29 *mm* (Rechinger Nr. 3427 und Nr. 3462).

Unter der Lupe erscheinen im Holzquerschnitt zahlreiche kleine Gefäßporen, und zwar wechseln gefäßreichere und gefäßärmere Zonen miteinander ab; ferner die Markstrahlen als lichte, dünne Striche. Holz von mittlerer Härte.

Die beiden Holzstücke zeigen denselben anatomischen Bau. Die bei Nr. 3427 gefundenen Werte sind, wenn von Nr. 3462 verschieden, in eckigen Klammern beigefügt.

Gefäße meist einzeln, seltener in Gruppen von 2 bis 4; Durchmesser 0·05 bis 0·14, im Mittel 0·08 *mm*; schichtenweise sind die Gefäße weiter und häufiger, beziehungsweise enger und seltener. Wand mit kleinen, behöften Tüpfeln.

Fasertracheiden ziemlich weitlumig; radiale Breite etwa 0·023 *mm*; mit Hoftüpfeln.

Holzparenchym in meist einschichtigen Zellenreihen zwischen dem Prosenchym. Zellen dünnwandig, durchschnittlich 0·124 *mm* hoch und 0·024 [0·027] *mm* breit. Stärkeführend.

Markstrahlen 1 bis 3 [4] schichtig. Die einschichtigen Strahlen sowie die Kantenzellen der mehrschichtigen Strahlen aus aufrechten, im Mittel 0·07 *mm* hohen, die mehrschichtigen Partien aus liegenden, im Mittel 0·025 [0·030] *mm* hohen Zellen gebildet.

Holzanatomische Angaben über *Morinda* bei Solereder, p. 510.

Mussaenda.

Mussaenda frondosa L. Zylindrisches Holzstück 19 + 17 *mm* (Rechinger Nr. 3401).

Unter der Lupe sieht man zahlreiche, feine Gefäßporen sowie die Markstrahlen. Holz fast weiß, von mittlerer Härte, dicht, sehr gut schneidbar.

Gefäße zumeist in Gruppen von 2 bis 8, zumeist in radialer Anordnung, etwa 60 pro Quadratmillimeter des Querschnittes. Durchmesser 0·05 bis 0·10, im Mittel 0·07 *mm*. Wand mit kleinen, kreisrunden Hoftüpfeln.

Fasertracheiden dickwandig; Wanddicke 0·009 bis 0·011 *mm*; radiale Breite im Mittel 0·03 *mm*; Hoftüpfel in geringer Anzahl.

Holzparenchym metatracheal, am Radialschnitt in ein-, selten zweischichtigen Reihen durchschnittlich 0·12 *mm* langer, 0·023 *mm* breiter, relativ dickwandiger, einfach getüpfelter Zellen. Im Inhalte kreisrunde Stärkekörner.

Markstrahlgewebe reichlich entwickelt, partienweise aus einschichtigen Reihen von im Mittel 0·048 *mm* hohen, palisadenförmigen Zellen und aus 3 bis 4 schichtigen, kurzen Reihen von im Mittel 0·020 *mm* hohen, merenchymatischen Zellen zusammengesetzt. Zellen einfach getüpfelt, in Berührung mit Gefäßen Hoftüpfelung wie an letzteren. Im Inhalt Stärke und lichtbraune Massen.

Psychotria.

Psychotria samoana K. Schum. Zylindrisches Holzstück 20 + 15 *mm* (Rechinger Nr. 3433).

Unter der Lupe erscheinen am Holzquerschnitt die Markstrahlen als lichte Linien auf braunem Grunde. Holz an der Radialfläche fast weiß, an der Querfläche braun, von mittlerer Härte.

Gefäße zahlreich, infolge der sehr nahe beisammenstehenden Markstrahlen in radialer Anordnung. Querschnitt elliptisch, längste Querachse 0·03 bis 0·06, im Mittel 0·04 *mm*. Wand mit kleinen Hoftüpfeln.

Fasertracheiden mitteldickwandig, mit dünnen, horizontalen Querwänden; Lumen 0·009 bis 0·036 *mm*, mittlere radiale Breite 0·033 *mm*. An den Längswänden behöfte Tüpfel.

Holzparenchym in ein- bis mehrschichtigen Reihen zwischen den Tracheiden; mittlere radiale Breite 0·033 *mm*. Wand mit zahlreichen, hoflosen Tüpfeln. Einzelne Zellen ein Raphidenbündel enthaltend, das fast das ganze Zellumen ausfüllt.

Markstrahlen bis 0·5 *mm* lang; in den mittleren Partien 2 bis 4 schichtig und aus liegenden Zellen bestehend, in den äußeren Teilen aus einschichtigen, aufrechten Zellen zusammengesetzt. Der Unterschied in der Höhe der beiden Zellformen ist auffallend: die liegenden Zellen messen 0·018 bis 0·045, im Mittel 0·031 *mm*, die aufrechten 0·07 bis 0·17 *mm*. Die Wände sind reich getüpfelt.

P. insularum A. Gray. Zylindrisches Holzstück 23 + 16 *mm* (Rechinger Nr. 3404).

Unter der Lupe erscheinen am Holzquerschnitt nur die Markstrahlen als zarte Linien. Holz bräunlichweiß, ziemlich weich.

Gefäße zahlreich, infolge der sehr nahe beisammenstehenden Markstrahlen in radialer Richtung (am Querschnitt) geordnet. Lumen klein, 0·026 bis 0·046, im Mittel 0·036 *mm*. Wand mit kleinen Hoftüpfeln.

Fasertracheiden mitteldickwandig, mit dünnen, horizontalen Querwänden. Lumen 0·013 bis 0·032 *mm*, mittlere radiale Breite 0·030 *mm*. An den Längswänden behöfte Tüpfel.

Holzparenchym in ein- bis mehrschichtigen Reihen zwischen den Tracheiden. Mittlere radiale Breite 0·030 *mm*. Einzelne Zellen ein Raphidenbündel enthaltend, das fast das ganze Zellenlumen ausfüllt.

Markstrahlen bis 0·5 *mm* lang; in den mittleren Partien 2 bis 3 schichtig und aus liegenden Zellen bestehend, in den äußeren Teilen aus einschichtigen, aufrechten Zellen zusammengesetzt. Der Unterschied in der Höhe der beiden Zellformen ist auffallend: die liegenden Zellen messen 0·014 bis 0·032, die aufrechten 0·07 bis 0·15 *mm*. Die Wände sind reich getüpfelt.

Randia.

Randia Graeffii Hook. fil. Zylindrisches Holzstück 27 + 23 *mm* (Rechinger Nr. 3530).

Unter der Lupe erscheinen die Markstrahlen als feine, lichte Striche. Holz von mittlerer Härte.

Gefäße zahlreich, einzeln, in radialen Reihen, im Durchmesser wenig differierend, etwa 0·04 *mm*, mit sehr kleinen (0·003 *mm*) Hoftüpfeln.

Fasertracheiden weitlumig, ziemlich dickwandig. Durchschnittliche radiale Weite 0·036 *mm*. Hoftüpfel mit spaltenförmigem Porus.

Gefäße und Fasertracheiden bilden die Hauptmasse des Holzes.

Holzparenchym in meist einschichtigen Reihen durchschnittlich 0·03 *mm* langer, dünnwandiger, reich getüpfelter Zellen.

Markstrahlen an den Kanten einschichtig, in der Mitte 2 bis 3 schichtig. An den mehrschichtigen Partien sind die Zellen durchschnittlich 0·03 *mm* hoch; die einschichtigen, palisadenförmigen Kantenzellen erreichen die bedeutende Höhe von 0·11 bis 0·14 *mm* und eine durchschnittliche Breite von 0·038 *mm*. Alle Zellen sind reich getüpfelt; einzelne führen Raphidenbündel.

Gefäße, Fasertracheiden und Holzparenchymzellen haben annähernd gleichen Querdurchmesser.

Sarcocephalus.

Sarcocephalus pacificus Reinecke. Zylindrisches Holzstück 30 + 28 *mm* (Rechinger Nr. 3495).

Unter der Lupe erscheinen die Gefäßporen in vorwiegend radialer Anordnung, die Markstrahlen als feine Strichelchen.

Gefäße ziemlich gleichmäßig im Querschnitt verteilt, einzeln oder zu 2 bis 4 einander berührend, 0·10 bis 0·17, im Mittel 0·13 *mm* weit, mit schief stehenden Querwänden. Hoftüpfel relativ groß (0·014 *mm*), unregelmäßig, elliptisch, öfter polygonal abgeflacht, mit spaltenförmigem Porus.

Fasertracheiden 0·013 bis 0·023 *mm* breit, dünnwandig, mit sehr kleinen Hoftüpfeln.

Holzparenchym spärlich, in einschichtigen Zellreihen zwischen den Holzfasern.

Markstrahlen zahlreich, einschichtig; Zellhöhe zwischen 0·02 und 0·11 *mm*; dünnwandig, mit zahlreichen kleinen, in Berührung mit Gefäßen großen, eiförmigen Tüpfeln; einzelne Zellen kleinkörnige Stärke und braune Inhaltsstoffe führend.

Bargagli hat (p. 565) die Holzanatomie von *S. Maingayi* Hiern. beschrieben.

Rutaceae.

Evodia.

Evodia hortensis Forst. Zylindrisches Holzstück 44 + 42 *mm* (Rechinger Nr. 3507).

Unter der Lupe erscheinen abwechselnd gefäßreiche und gefäßarme Zonen; ferner die Markstrahlen

als feine, lichte Striche und das Holzparenchym in konzentrischen, welligen Bogenlinien. Holz leicht und weich, bräunlichweiß, an der Radialfläche glänzend.

Gefäße meist einzeln, dickwandig, 0·11 bis 0·20, im Mittel 0·16 *mm* im Durchmesser, mit kleinen Hoftüpfeln.

Fasertracheiden von verschiedenem Lumen, 0·006 bis 0·023 *mm*, und von verschiedener Wanddicke. Wand mit sehr kleinen Hoftüpfeln. Durch die zonale Gefäßanordnung und Ausbildung von englumigen, dickwandigen, respektive weitlumigen, dünnerwandigen Prosenchymzellen sind Zuwachszonen markiert.

Holzparenchym metatracheal, reichlich entwickelt; auf dem Radialschnitt 3 bis 6 schichtige Reihen dünnwandiger Zellen bildend. Radiale Breite derselben 0·022 bis 0·036 *mm*. Einfache Tüpfel, in Berührung mit der Gefäßwand behöfte Tüpfel.

Krystallkammerfasern, bis 0·9 *mm* lang, besonders in der Umgebung des Holzparenchyms häufig, mit auffallend großen (0·038 × 0·028 *mm*) Einzelkrystallen.

Markstrahlen bis 0·5 *mm* lang, 1 bis 3, meist 2schichtig. Zellen dünnwandig, in der Höhe (durchschnittlich 0·022 *mm*) wenig differierend, reich getüpfelt; in Berührung mit der Gefäßwand so wie diese behöfte Tüpfel tragend.

Die parenchymatischen Elemente (Holzparenchym und Markstrahlen) enthalten runde Stärkekörner, ebenso große Harzkörner und Übergangsformen, die sich in der verschiedenen Ausfärbung (von weiß bis braun) zeigen.

Micromelum.

Micromelum pubescens Blume. Zylindrisches Holzstück 10 + 10 *mm* (Rechinger Nr. 3447),

Unter der Lupe sieht man am Holzquerschnitt die Markstrahlen und die Gefäße, die vielfach als weiße Punkte erscheinen. Holz weich.

Gefäße einzeln oder zu 2 bis 4 verbunden, in reicher Anzahl, etwa 40 bis 80 pro Quadratmillimeter des Querschnittes, mit einem dem Kreise sich nähernden Querschnitt von 0·04 bis 0·08, im Mittel 0 06 *mm*, ziemlich dickwandig, mit sehr kleinen (0·004 *mm*) Hoftüpfeln.

Libriform die Hauptmasse des Holzes bildend, dickwandig, Lumen 0·005 bis 0·010 *mm*. In der partienweise erscheinenden Verengung des Lumens sind Zuwachszonen markiert.

Holzparenchym in einschichtigen, tangentialen Streifen, auf dem Radialschnitt einschichtige Reihen dünnwandiger, schmaler (0·012 *mm*) Zellen zwischen dem Libriform. Wand mit hoflosen, quergestellten Tüpfeln. Inhalt Stärke.

Markstrahlen bis 0·6 *mm* lang, 1 bis 3 schichtig. Zellen wenig in der Höhe differierend, diese im Mittel 0·019 *mm*. Zellwand dünn- bis mitteldick, sehr reich getüpfelt, in Berührung mit Gefäßwänden mit kleinen, behöften Tüpfeln. Als Inhalt runde Stärkekörner und rotbraune Masse, in einzelnen Zellen ein Krystall von Calciumoxalat.

Sapindaceae.

Allophylus.

Allophylus timorensis Blume. Zylindrisches Holzstück, 31 + 28 *mm* (Rechinger, Nr. 3476).

Die Lupe zeigt sehr kleine Gefäßporen und lichte, nahe beieinander stehende, tangentiale Binden von Holzparenchym. Holz lichtbraun, von mittlerem Gewicht und nicht geringer Härte.

Gefäße zahlreich, einzeln oder zu 2 bis 4 verbunden, nicht selten von gelbbrauner Masse erfüllt. Durchmesser 0·04 bis 0·10, im Mittel 0·064 *mm*. Wand mit kleinen Hoftüpfeln.

Libriform mitteldickwandig und ziemlich englunig. Lichte 0·007 bis 0·010 *mm*; mittlere radiale Breite 0·013 *mm*.

Holzparenchym dem Libriform ähnlich und von diesem durch etwas größere Weite (0·015 *mm*) und reichen Gehalt kreisrunder Stärkekörner unterschieden. Die Zellreihen dieses Gewebes sind tangential angeordnet, außerdem zwischen den Libriformfasern zerstreut.

Krystallkammerfasern bis 0·7 *mm* lang, in großer Menge zwischen dem Libriform. Kammern durchschnittlich 0·016 *mm* hoch und 0·010 *mm* breit, je einen Einzelkrystall enthaltend.

Markstrahlen einreihig. Zellen dünnwandig, im Mittel 0·022 *mm* hoch, mit kleinen, einfachen, in Berührung mit Gefäßwänden mit kleinen, behöften Tüpfeln. Als Inhalt Stärke und braune Masse.

Cupania.

Cupania rhoifolia A. Gray. Zylindrisches Holzstück, 40+40 *mm* (Rechinger, Nr. 3398).

Unter der Lupe sieht man die Markstrahlen und nur undeutlich die Gefäßporen. Holz bräunlichweiß, leicht, weich.

Gefäße zahlreich, radial angeordnet, relativ klein, 0·036 bis 0·08, im Mittel 0·05 *mm* im Durchmesser, meist einzeln.

Fasertracheiden vierseitig prismatisch, dünnwandig, weitlichtig, mit horizontalen Querwänden. Mittlere radiale Breite 0·04 *mm*. An der Radialwand mit zahlreichen Hoftüpfeln.

Holzparenchym in 1 bis 3 schichtigen Zellreihen zwischen den Fasertracheiden, dünnwandig, reich getüpfelt.

Markstrahlen 1 bis 3 schichtig. Die einschichtigen Strahlen und die Kantenzellen der mehrschichtigen aus aufrechten, im Mittel 0·1 *mm* hohen Zellen, die mittleren mehrschichtigen Partien aus liegenden Zellen und aus Hüllzellen zusammengesetzt. Wand mit zahlreichen Tüpfeln. Im Inhalt runde braune Körner, in einzelnen Zellen Raphidenbündel.

Alle Holzelemente zeigen reiche Tüpfelung.

Pometia.

Pometia pinnata Forst. Ein zylindrisches Holzstück, 45 + 35 *mm* und ein blockförmiges Holzstück. (Rechinger, Nr. 3396 und 3513).

Die beiden Stücke zeigen denselben mikroskopischen Charakter; die bei Nr. 3513 gefundenen Unterschiede sind in eckigen Klammern beigefügt.

Unter der Lupe sieht man im Holzquerschnitte die häufig von einem weißen Hof (Parenchym) umgebenen Gefäßporen. Die Markstrahlen erscheinen am Querschnitte als lichte Linien, am Radialschnitte als braune Bänder auf hellem Grunde. Holz von mittlerer Härte und Schwere.

Gefäße nicht zahlreich, einzeln oder zu 2 bis 3 verbunden oder in Gruppen von 6 bis 8 in radialer Anordnung. Durchmesser 0·04 bis 0·12 *mm* [0·07 bis 0·20 *mm*], im Mittel 0·10 [0·15] *mm* mit sehr kleinen Hoftüpfeln.

Libriform in abwechselnden Partien weiter und engerlumiger Fasern (Zuwachszonen), mitteldickwandig, mit kleinen, sehr spärlich vorhandenen Tüpfeln. Mittlere radiale Breite 0·015 *mm*.

Holzparenchym in einschichtigen, mit abstehenden tangentialen Zügen und reichlich perivasal. Im Längsschnitt erweisen sich diese parenchymatischen Elemente als Ersatzfasern mit einem Durchmesser von 0·009 bis 0·027 *mm*.

Im Inhalt massenhaft Stärkekörner, die in den engen Zellen einreihig, in den weiten 2 bis 3 reihig stehen und sich oft gegenseitig abflachen.

Markstrahlen bis 0·6 *mm* lang und bis 25 Zellen hoch, ein- oder partiell zweischichtig; aus liegenden und aus aufrechten Zellen (letztere in den einschichtigen Partien) zusammengesetzt. Mittlere Höhe der ersteren 0·025 [0·023] *mm*, der letzteren 0·045 *mm*. Wand dünn, mit hoflosen, in Berührung mit Gefäßen aber behöften Tüpfeln. Im Inhalt erscheinen massenhaft Stärkekörner, ferner (besonders bei Nr. 3513) braune Massen, in einzelnen Zellen auch ein Kalkoxalatkrystall.

Holzanatomische Angaben über *Pometia* bei Solereder, p. 264.

Saxifragaceae.

Spiraeanthemum.

Spiraëanthemum samoënse A. Gray. Zwei zylindrische Holzstücke, 43 + 40 *mm* und 23 + 22 *mm* (Rechinger, Nr. 3450 und 3521).

Unter der Lupe sieht man winzige Gefäßporen und dünne Markstrahlen. Holz braun, von mittlerer Härte, dicht, gut schneidbar.

Die beiden Holzproben zeigen denselben histologischen Bau. Ich schildere den Befund an dem größeren Holzstücke (Nr. 3450) und füge die Differenzen bei dem kleineren Stücke (Nr. 3521) in eckigen Klammern bei.

Unter dem Mikroskope erscheinen auf dem Holzquerschnitt Zuwachszonen als Schichten dichteren Gefüges, bedingt durch eine geringere Zahl von Gefäßen und stärkere Wandverdickung der Tracheiden.

Gefäße fast nur einzeln vorkommend, ziemlich weitlumig, 0·04 bis 0·08 *mm*, relativ dünnwandig, in der Frühholzzone in großer Zahl, etwa 115 [125] pro Quadratmillimeter des Querschnittes. Auffallend sind die horizontal und parallel verlaufenden derben, 0·002 *mm* starken Verdickungsleisten der Gefäßwand.

Fasertracheiden mit unregelmäßigem Querschnitt, dünnwandig und weitlumig (0·018 *mm*) bis dickwandig und englumig (0·007 *mm*) mit großen Hoftüpfeln an der Radial- und an der Tangentialwand. Hof kreisrund, Tüpfel spaltenförmig, oft gekreuzt erscheinend.

Holzparenchym fehlend.

Markstrahlen entweder der ganzen Länge nach einschichtig und aus palisadenförmigen Zellen zusammengesetzt, oder an den Kanten (Enden) einschichtig, hochzellig, in der Mitte aus 3 bis 4 Reihen niederer (liegender) Zellen zusammengesetzt. Höhe der aufrechten Markstrahlzellen 0·052 [0·048], der liegenden 0·023 *mm*. Wand mit sehr kleinen, in Berührung mit der Gefäßwand sehr großen, quergestreckten (treppenförmigen), bis 0·036 *mm* langen, einfachen Tüpfeln. Die Zellen führen braunen Inhalt, kleinkörnige Stärke, hin und wieder Einzelkrystalle.

Solanaceae.

Brachistus.

Brachistus Feddei Reinecke. Zwei zylindrische Holzstücke, 38+36 *mm* und 33+30 *mm* (Rechinger, Nr. 3431 und Nr. 3429).

Unter der Lupe erscheinen am Holzquerschnitte die Gefäßporen klein und in geringer Zahl, die Markstrahlen undeutlich, als lichte Strichelchen. Holz braun, schwer und sehr hart.

Die beiden Holzproben stimmten xylotomisch vollkommen überein; der einzige Unterschied war, daß bei Nr. 3431 in den parenchymatischen Elementen reichlich Stärke abgelagert war.

Gefäße fast nur einzeln, Durchmesser 0·04 bis 0·09, im Mittel 0·06 *mm*. Wand mit kleinen Hoftüpfeln.

Libriform als Sklerenchymfasern ausgebildet. Wand 0·009 bis 0·012 *mm* dick (am Querschnitt Porenkanäle zeigend), Lumen klein, bis 0·003 *mm* verjüngt.

Holzparenchym im Querschnitt in kurzen, tangentialen Streifen zwischen den Markstrahlen, am Radialschnitt in nahe bei einander stehenden, meist einschichtigen Zellreihen. Zellen 0·054 bis 0·136 *mm* lang, 0·018 bis 0·027 *mm* breit, dünnwandig, mit einfachen Poren.

Markstrahlen bis 1 *mm* lang, meist einschichtig. Zwischen den einschichtigen Strahlen auch solche, die in der Mitte ihrer Höhe auf längere oder kürzere Strecken zweischichtig sind, dann auch solche, die sich abwechselnd aus einschichtigen und zweischichtigen Partien zusammensetzen. Die einschichtigen Teile sowie die Kantenzellen aus aufrechten, durchschnittlich 0·060 *mm* hohen Zellen, die zweischichtigen Partien aus liegenden, im Mittel 0·028 *mm* hohen Zellen zusammengesetzt. Zellen dünnwandig, mit kleinen, einfachen, in Berührung mit der Gefäßwand mit kleinen, behöften Tüpfeln.

Cestrum.

Cestrum diurnum L. Zylindrisches Holzstück, 45+43 *mm* (Rechinger, Nr. 3533).

Mit der Lupe sieht man am Holzquerschnitt zahlreiche, kleine Gefäßporen sowie die Markstrahlen als lichte, kräftige Linien. Holz weiß, mit einem Stich ins Gelbliche oder Bräunliche, von geringer Härte.

Gefäße in großer Zahl, einzeln oder zu 2 bis 4 verbunden, im Querschnitt elliptisch, 0·027 bis 0·090, im Mittel 0·065 *mm* weit. Wand mit großen (0·01 *mm*), schmalspaltigen Hoftüpfeln. Gefäßdurchbrechung einfach.

Fasertracheiden radial angeordnet, mitteldickwandig, mit dünnen, horizontalen Querwänden und reicher Hoftüpfelung an den Längswänden. Lumen sich partienweise von 0·032 bis 0·018 *mm* verengernd, wodurch Zuwachszonen markiert erscheinen.

Holzparenchym nicht vorhanden.

Markstrahlen 1 bis 5, zumeist 2 bis 3 schichtig. Zellen sehr ungleich in der Höhe: 0·014 bis 0·10 *mm*. Aufrechte Mackstrahlzellen setzen nicht nur die einschichtigen Markstrahlen und die Kantenzellen der mehrschichtigen zusammen, sondern kommen auch im Inneren der mehrschichtigen Strahlen (als »Hüllzellen)« vor. Mittlere Höhe der aufrechten Zellen 0·060 *mm*, der liegenden 0·029 *mm*. Die tangentialen Wände erscheinen im radialen Durchschnitt nach verschiedenen Richtungen orientiert, oft winkelig gebogen. Auffallend ist die bedeutende Länge (bis 0·12 *mm*) vieler Zellen. Wand reich getüpfelt, in Berührung mit Gefäßen mit großen, schmalen, quergestreckten Tüpfeln.

Holzanatomische Angabe über *Cestrum* bei Solereder, p. 656.

Solanum.

Solanum spec. Zylindrisches Holzstück, 40+40 *mm* (Rechinger, Nr. 3514).

Unter der Lupe sieht man am Holzquerschnitt sehr kleine Gefäßporen und die Markstrahlen als äußerst feine Striche. Holz bräunlich weiß, ziemlich leicht, gut schneidbar.

Gefäße einzeln oder zu zweien oder in Gruppen; in letzteren liegen die Gefäße ohne bestimmte Anordnung und sind von sehr ungleicher Weite. Durchmesser der einzelstehenden Gefäße 0·05 bis 0·12, im Mittel 0·09 *mm*. Wand mit kleinen Hoftüpfeln.

Prosenchym (Libriform) mitteldickwandig oder auch dünnwandig, ungetüpfelt. Mittlere radiale Breite 0·02 *mm*.

Holzparenchym in 1 bis 2 schichtigen Zellenzügen zwischen dem Prosenchym. Wände mit einfachen Tüpfeln; Mittlere radiale Breite 0·02 *mm*. In Inhalt Stärke.

Markstrahlen 1 bis 2schichtig. Zellhöhe von 0·022 bis 0·14 *mm*. Die einschichtigen Markstrahlen sowie die einschichtigen Enden der im mittleren Teile zweischichtigen Strahlen bestehen aus aufrechten Zellen, die doppelschichtigen Partien aus liegenden Zellen. Durchschnittliche Höhe der ersteren 0·073 *mm*, der letzteren 0·028 *mm*. Zellen dünnwandig, mit kleinen, einfachen, in Berührung mit Gefäßwänden mit größeren eiförmigen, breitelliptischen oder fast vierkantigen, unbehöften Tüpfeln. Im Inhalt Stärke, in den Merenchymzellen häufig eine braune Masse.

Möller hat (p. 354 bis 355) den mikroskopischen Holzbau von *S. Dulcamara* L. und *S. Pseudocapsicum* L. beschrieben. Angaben über *Solanum* auch bei Solereder p. 656.

Sterculiaceae.

Kleinhofia.

Kleinhofia Hospita L. Zylindrisches Holzstück, 38 + 35 *mm* (Rechinger, Nr. 3443).

Unter der Lupe sieht man deutlich Gefäßporen und Markstrahlen. Holz bräunlichweiß, leicht.

Gefäße ziemlich gleichmäßig verteilt, einzeln, häufig zu zweien, nicht selten auch 3 bis 5 radial aneinandergefügt, von fast elliptischem, 0 06 bis 0·14 *mm* weitem Durchmesser. Gefäßwand mit dicht aneinanderliegenden, quergestreckten, 0·0058 *mm* großen Hoftüpfeln, mit spaltenförmigem Porus. Zahl der Gefäße etwa 14 pro Quadratmillimeter des Querschnittes.

Fasertracheiden, die Hauptmasse des Holzes bildend, dünn- bis mitteldickwandig, im Mittel etwa 0·018 *mm* breit, mit kleinen Hoftüpfeln an der Radialwand.

Holzparenchym teils perivasal, teils zwischen den Prosenchymzellen; hier in einschichtigen Reihen 0·018 bis 0·025 *mm* breiter, einfach getüpfelter Zellen. Die Zellen häufig braunen, formlosen Inhalt und grobkörnige Stärke führend.

Markstrahlen bis 1 *mm* hoch, 1 bis 4schichtig; Zellen von ungleicher Höhe, 0·013 bis 0·068 *mm*; die einschichtigen Strahlen sowie die einschichtigen Enden der anderen Markstrahlen aus hohen, stehenden Zellen, die mehrschichtigen Partien aus niederen (liegenden) Zellen gebildet. Markstrahlzellen dünnwandig, mit vielen kleinen, einfachen Tüpfeln, in Berührung mit einer Gefäßwand so wie diese mit behöften Tüpfeln. Inhalt gleich dem der Holzparenchymzellen.

Xylotomische Angaben über *Kleinhofia Hospita*, bei Dumont p. 208.

Melochia.

Melochia odorata L. fil. Zylindrisches Holzstück, 38 + 36 *mm* (Rechinger, Nr. 3473).

Unter der Lupe sieht man zahlreiche, braune Markstrahlen und zwischen diesen radial geordnete Gefäßporen. Holz bräunlichweiß, leicht.

Gefäße einzeln, nicht selten auch zu Gruppen vereinigt, die aus 1 bis 2 weiteren und mehreren engeren Gefäßen bestehen. Durchmesser der einzeln stehenden Gefäße 0·07 bis 0·14 *mm*, mit querovalen Tüpfeln.

Fasertracheiden dünnwandig, weitlumig, mit kleinen Hoftüpfeln spärlich bedeckt; mittlere radiale Breite 0·026 *mm*.

Holzparenchym perivasal, aus im Mittel 0·072 *mm* langen, 0·026 *mm* breiten Zellen bestehend.

Markstrahlen teils einschichtig aus aufrechten Zellen bestehend, teils an den Kanten einschichtig hochzellig, in der Mitte 2 bis 4schichtig und da aus niederen (liegenden) Zellen zusammengesetzt. Mitt-

lere Höhe der aufrechten Zellen 0·038 *mm*, der liegenden 0·023 *mm*. Zellwand mit sehr kleinen, einfachen Tüpfeln, in Berührung mit Gefäßen mit behöften Tüpfeln. Viele Zellen führen Stärke und braune Inhaltsmassen.

Theobroma.

Theobroma Cacao L. Zylindrisches Holzstück, 70 + 68 *mm* (Rechinger, Nr. 3484).

Unter der Lupe erscheinen ziemlich große, elliptische Gefäßporen, wobei gefäßreichere Zonen mit gefäßärmeren abwechseln; ferner die Markstrahlen als breite Streifen; auf dem Radialschnitt bilden sie breite, dunkelbraune, glänzende Bänder.

Gefäße einzeln oder zu zweien, 0·07 bis 0·16, im Mittel 0·12 *mm* weit, mit querovalen Hoftüpfeln.

Fasertracheiden dünnwandig, reich mit behöften Tüpfeln besetzt; diese mit kreisrundem Hof und schmaler, schiefstehender, oft gekreuzter Spalte. Radiale Breite etwa 0·023 *mm*.

Holzparenchym ziemlich reichlich in meist einschichtigen Zellenzügen zwischen den Fasertracheiden vorkommend. Die Zellen sind im Mittel 0·026 *mm* breit, besitzen kleine, einfache Tüpfel und führen oft braunen Inhalt.

Markstrahlgewebe reichlich entwickelt. Markstrahlen bis 4 *mm* hoch, bis 0·18 *mm* breit, 1 bis 8schichtig und bis 150 übereinanderstehende Zellen umfassend. Die Zellen von ungleicher Höhe, 0·02 bis 0·07 *mm* und reich an Stärke; außerdem kommen braune, meist der Innenwand anliegende Massen und große Einzelkrystalle vor.

Xylotomische Angaben über *Th. Cacao* bei Dumont, p. 213 und 215.

Ternstroemiaceae.

Eurya.

Eurya japonica Thunbg. Zylindrisches Holzstück, 24 + 23 *mm* (Rechinger, Nr. 3524).

Unter der Lupe sieht man breitere und dazwischen sehr feine, braune Markstrahlen. Die Gefäßporen sind wenig deutlich. Holz lichtbraun, von mittlerer Schwere.

Gefäße in reicher Menge, etwa 100 bis 110 pro Quadratmillimeter des Holzquerschnittes, fast immer einzeln; Durchmesser 0·04 bis 0·08, im Mittel 0·06 *mm*. Gefäßwand mit kleinen Hoftüpfeln und Querstreifen.

Fasertracheiden ziemlich dickwandig, weitlumnig, mit spaltenförmigen Hoftüpfeln, die an der Tangentialwand größer und zahlreicher erscheinen, als an der Radialwand. Radiale Breite im Durchschnitt etwa 0·022 *mm*.

Holzparenchym spärlich, in meist einschichtigen Zellreihen zwischen den Fasertracheiden verlaufend. Zellen durchschnittlich etwa 0·16 *mm* lang, mit einfachen Tüpfeln, in Berührung mit der Gefäßwand mit spaltenförmigen, behöften Tüpfeln.

Markstrahlen 1 bis 4schichtig; die einschichtigen, sowie die Kanten der mehrschichtigen Markstrahlen aus aufrechten, die mehrschichtigen Partien aus liegenden Zellen zusammengesetzt. Mittlere Höhe der liegenden Zellen 0·024 *mm*, der palisadenförmigen 0·058 *mm*. Markstrahlzellen dünnwandig, reichlich getüpfelt, einen braunen, homogenen Inhalt und ziemlich große Stärkekörner führend.

Janssonius beschreibt (p. 302 ff.) die Histologie des Holzes von *E. acuminata* DC., *E. glabra* Blume und *E. japonica* Thunbg. var. *phyllanthoides* und var. *nitida*. Vergl. auch Solereder, p. 152.

Thymeleaceae.

Phaleria.

Phaleria acuminata Gilg. Zylindrisches Holzstück, 16 + 15 *mm* (Rechinger, Nr. 3516).

Unter der Lupe sieht man kleine Gefäßporen, oft als weiße Punkte und die Markstrahlen. Holz bräunlichweiß, leicht, weich.

Gefäße radial angeordnet, einzeln oder gruppenweise zu 2 bis 4 nebeneinander, 0·03 bis 0·07, im Mittel 0·05 *mm* weit, mit sehr kleinen (0·0035) Hoftüpfeln.

Gefäßtracheiden dünnwandig bis mitteldickwandig, spitz endigend, mit horizontalen Querwänden. Lumnen 0·013 bis 0·030; mittlere radiale Breite 0·028 *mm*, mit zahlreichen, kleinen Hoftüpfeln.

Holzparenchym in 1 bis 3schichtigen Reihen von durchschnittlich 0·1 *mm* langen, 0·028 *mm* breiten Zellen zwischen den Fasertracheiden. Wand reichlich getüpfelt.

Markstrahlen meist 3 bis 4schichtig und nur 0·016 *mm* hoch; Kantenzellen einschichtig und sehr hoch: 0·045 bis 0·135 *mm*, im Mittel 0·094 *mm*, dabei auch bedeutend breiter als die Zellen der mehrschichtigen Partien. Der Unterschied in der Größe der Mittel- und der Kantenzellen ist sehr auffallend. Einzelne Markstrahlen auch einschichtig, aus 0·04 bis 0·16 *mm* hohen Palisaden bestehend. Zellen reich getüpfelt.

Wickstroemia.

Wickstroemia foetida A. Gray. Zylindrisches Holzstück, 39 + 36 *mm* (Rechinger, Nr. 3482).

Unter der Lupe sieht man deutlich die Markstrahlen, ferner tangentiale Bogenlinien von Holzparenchym, in dem die meisten Gefäße liegen. Holz weiß, mit einem Stich ins Gelbliche, ziemlich leicht und weich.

Unter dem Mikroskop erscheinen auf dem Querschnitt tangentiale Zonen, die abwechselnd aus Fasertracheiden und Libriformfasern, beziehungsweise aus Holzparenchym und Gefäßen sich zusammensetzen.

Gefäße im Holzparenchym liegend und dadurch das Holz ringporig erscheinend, einzeln oder in Gruppen von 2 bis 6 verbunden und dabei von ungleicher Größe. Durchmesser der Einzelgefäße 0·058 bis 0·124, im Mittel 0·08 *mm*. An der Wand sehr kleine (0·004 *mm*) Tüpfel mit kreisrundem Hof.

Fasertracheiden dünn- bis mittel dickwandig, mit relativ großen, behöften Tüpfeln, die häufig kreuzförmig gestellte Poren zeigen. Mittlere radiale Breite 0·022 *mm*.

Libriform dickwandig und englumig, ungetüpfelt. Die Zellfasern oft ineinander geschoben, sich verflechtend, am Ende nicht selten gegabelt.

Holzparenchym para- und metatracheal; Zellen im Mittel 0·032 *mm* breit, dünnwandig, einfach getüpfelt.

Markstrahlen 0·09 bis 0·54 *mm* lang, 1 bis 4schichtig. Markstrahlzellen in der Höhe wenig differierend, durchschnittlich 0·019 *mm* hoch, dünnwandig, reichlich mit einfachen, in Berührung mit einer Gefäßwand mit behöften Tüpfeln.

Tiliaceae.

Elaeocarpus.

Elaeocarpus samoensis Lauterb. Zylindrisches Holzstück, 17 + 17 *mm* (Rechinger, Nummer 3469).

Unter der Lupe sieht man zerstreute kleine Gefäßporen. Holz bräunlich, von mittlerer Härte, gut schneidbar.

Gefäße einzeln oder zu zweien oder gruppenweise in radialer Anordnung. Durchmesser 0·05 bis 0·14, im Mittel 0·04 *mm*. Wand mit sehr kleinen Hoftüpfeln.

Libriform untergeordnet, am Radialschnitt in wenigschichtigen Faserzügen zwischen einschichtigen Holzparenchymreihen. Lumen 0·005 bis 0·015 *mm*, radiale Breite durchschnittlich 0·017 *mm*. Ziemlich dickwandig, mit spärlich vorkommenden, spaltenförmigen Tüpfeln.

Holzparenchym reichlich vorkommend, in einschichtigen Reihen durchschnittlich 0·11 *mm* langer und 0·025 *mm* breiter, sehr klein getüpfelter Zellen zwischen dem Prosenchym. Einzelne Holzparenchymzellen sind durch horizontale Querwände in krystallführende Kammern geteilt. Am mikroskopischen Holzquerschnitt bilden die tangentialen, einschichtigen Markstrahlen eine zierliche, rechteckige, oft fast quadratische Felderung.

Markstrahlen einschichtig, entweder in der ganzen Länge aus aufrechten Zellen gebildet, oder aus aufrechten und liegenden, wobei die ersteren überwiegen; hin und wieder bilden die liegenden Zellen auf ganz kurze Strecken zwei Schichten. Mittlere Höhe der aufrechten Zellen 0·06, der liegenden 0·02 *mm*; radiale Länge beider Zellformen dieselbe, etwa 0·042 *mm*. Wände mit äußerst kleinen, hoflosen Tüpfeln, in Berührung mit der Gefäßwand mit ebensolchen Hoftüpfeln wie die Gefäße. In einzelnen Markstrahlzellen (und Holzparenchymzellen) brauner Inhalt und in geringer Menge Stärkekörner.

Dumont macht (p. 196) einige Angaben über *E. pescrefolius*. Vergl. auch Solereder, p. 179.

Ulmaceae.

Gironniera.

Gironniera celtidifolia Gaud. Zylindrisches Holzstück, 36 + 35 *mm* (Rechinger, Nr. 3515).

Unter der Lupe erscheinen große Gefäßporen und deutliche Markstrahlen. Holz bräunlichweiß, an der Radialfläche glänzend.

Gefäße einzeln oder in Gruppen zu 2 bis 4 verbunden, von elliptischem Querschnitt; Durchmesser 0·06 bis 0·16, im Mittel 0·11 *mm*. Wand mit kleinen Hoftüpfeln.

Prosenchym dünnwandig; Lumen ziemlich weit, von 0·013 bis 0·022 *mm*; mittlere radiale Breite 0·024 *mm*; Wand mit sehr kleinen, spärlichen Tüpfeln.

Markstrahlen einschichtig oder (die meisten) 2 bis 3 schichtig. Die einschichtigen sowie die Kanten der mehrschichtigen Strahlen aus aufrechten, die 2 bis 3 schichtigen Partien aus liegenden Zellen gebildet. Durchschnittliche Höhe der ersteren 0·06, der letzteren 0·032 *mm*. Wand mit kleinen, einfachen, in Berührung mit der Gefäßwand mit ziemlich großen, breitelliptischen oder fast vierkantigen, einfachen Tüpfeln. Im Inneren Stärke und braune Inhaltsmasse.

Urticaceae.

Laportea.

Laportea photiniphylla Wedd. Zwei zylindrische Holzstücke, 36 + 30 und 48 + 43 *mm* (Rechinger, Nr. 3449 und 3486).

Am Holzquerschnitte erscheinen scheinbare Jahresringe; in Wirklichkeit wechseln konzentrische, die Prosenchymfasern enthaltende Ringe mit 0·2 bis 0·3 *mm* breiten Bändern von Holzprosenchym ab. Da

letzteres aus weiten und äußerst dünnwandigen Zellen besteht, blättert sich das weiche Holz sehr leicht in einzelne konzentrische (das Prosenchymgewebe enthaltende) Hohlzylinder auf.

Gefäße im Mittel etwa 0·1 *mm* weit, mit gegenseitig sich abflachenden und dadurch fast sechseckig erscheinenden Hoftüpfeln.

Prosenchym dünnwandig, mit sehr kleinen Tüpfeln, besonders reichlich an der Tangentialwand. Durchschnittliche radiale Breite 0·032 *mm*.

Holzparenchym metatracheal, in 3 bis 5schichtigen Zellengängen zwischen dem Prosenchym. Messungen konnten nicht vorgenommen werden, da die sehr weiten (etwa 0·05 *mm*) und äußerst dünnwandigen Zellen mit großkörniger Stärke vollgepfropft und außerdem von einem braunen Myzel durchwuchert sind, das sich übrigens in sehr vielen der untersuchten Samoahölzer vorfand.

Markstrahlgewebe sehr reich entwickelt; Markstrahlen bis 3 *mm* lang und bis 0·18 *mm* breit, mehrschichtig. Zellen sehr hoch, 0·03 bis 0·14 *mm*, sehr dünnwandig, auf dem Tangentialdurchschnitt die Form gestreckter Sechsecke zeigend. Wand mit zahlreichen kleinen, in Berührung mit Gefäßen mit großen (0·018 *mm* langen) eiförmigen oder elliptischen, einfachen Tüpfeln. Im Inhalt massenhaft grobkörnige (bis 0·023 *mm* große) Stärke.

Über *Laportea* vergl. auch Solereder, p. 875.

Leucosyke.

Leucosyke corymbulosa Wedd. Zylindrisches Holzstück, 33 + 26 *mm* (Rechinger, Nr. 3459).

Unter der Lupe sind am Holzquerschnitt zahlreiche Gefäßporen und die Markstrahlen sichtbar. Holz braun, hart und schwer.

Unter dem Mikroskop erscheinen am Holzquerschnitte (als Zuwachszonen) gefäßreiche und gefäßarme Zonen.

Gefäße meist einzeln, 0·067 bis 0·12, im Mittel 0·08 *mm* weit. Wand mit kleinen Hoftüpfeln.

Libriform in Weite und Wanddicke ungleich; radiale Breite im Mittel 0·018 *mm*. Zellwand mit kleinen, einfachen Tüpfeln. Viele Fasern enthalten roten oder rotbraunen Zellinhalt.

Holzparenchym perivasal; radialer Durchmesser im Mittel 0·018 *mm*. Zellen dünnwandig, mit großen, querovalen Tüpfeln, stärkeführend.

Markstrahlen 1 bis 3- (meist 1 bis 2)schichtig. Die einschichtigen Strahlen sowie die Kantenzellen der mehrschichtigen aus aufrechten, durchschniftlich 0·064 *mm* hohen Zellen, die mehrschichtigen Partien aus liegenden, durchschnittlich 0·028 *mm* hohen Zellen gebildet. Zellwände mit sehr kleinen, in Berührung mit Gefäßwänden mit großen, querovalen oder treppenförmigen, einfachen Tüpfeln. In Inhalt Stärke und rote Massen.

Trema.

Trema amboinensis Blume. Zylindrisches Holzstück, 38 + 36 *mm* (Rechinger, Nr. 3509).

Unter der Lupe sieht man am Holzquerschnitte große Gefäßporen, die an einer Stelle tangential reicher gehäuft sind, und die Markstrahlen. Holz braun, ziemlich leicht.

Gefäße einzeln oder gruppenweise zu 2 bis 4 verbunden, weitlichtig. Durchmesser 0·08 bis 0·24 meist 0·11 bis 0·15 *mm*. Wand mit großen, häufig (insbesondere an der Tangentialwand) polygonal (meist sechseckig) abgeflachten Hoftüpfeln.

Fasertracheiden mitteldickwandig, mit sehr dünnen Querwänden. Radiale Breite im Mittel 0·023 *mm*. Wand mit sehr kleinen Hoftüpfeln, die besonders an der tangentialen Seite häufig sind.

Markstrahlen sehr groß, bis 1·5 *mm* lang, 0·14 *mm* breit und bis sechs (meist 3 bis 4) schichtig, Zellen sehr hoch, 0·024 bis 0·16 *mm*, im Mittel 0·07 *mm*. Im Tangentialdurchschnitt verschiedene Formen zeigend. Wand mit zahlreichen kleinen, einfachen Poren, in Berührung mit Gefäßen mit großen, einfachen Poren von verschiedener Gestalt (dreieckig, viereckig, oblong, eiförmig, schmal oder breitelliptisch etc.) und Orientierung. Als Inhalt treten braune, amorphe, ferner kugelige Massen, auch Stärke und Krystalle auf.

Verbenaceae.

Clerodendron.

Clerodendron fallax Lindl. Zwei zylindrische Holzstücke, 17 + 15 und 19 + 18 *mm* (Rechinger, Nr. 3453 und 3517).

Die beiden Holzproben stimmen im anatomischen Bau im wesentlichen überein und gehören jedenfalls derselben Gattung *(Clerodendron)* an; ob auch derselben Art, kann ich nicht mit Sicherheit sagen. Die für Nr. 3517 gefundenen und gleichzeitig von Nr. 3453 differierenden Daten sind in eckigen Klammern beigesetzt.

Unter der Lupe erscheinen die Gefäßporen und Markstrahlen. Holz braun, von mittlerer Härte.

Gefäße einzeln oder zu zweien oder in Gruppen zu mehreren und hier ohne bestimmte Anordnung. Querdurchmesser 0·05 bis 0·18, im Mittel 0·10 *mm* [0·04 bis 0·12, im Mittel 0·07 *mm*]. Wand mit Hoftüpfeln.

Libriform mitteldickwandig, mit horizontalen, dünnen Querwänden und sehr spärlichen, spaltenförmigen Tüpfeln. Lumen der Fasern partienweise schmäler (Zuwachszonen) Lichte der Frühzellfasern 0·021 *mm* [0·018 *mm*], der Spätzellfasern [0·013 *mm* 0·010 *mm*].

Holzparenchym perivasal, in 1 bis 3 schichtigen Reihen von durchschnittlich 0·08 *mm* langen, 0·023 *mm* breiten Zellen. Tüpfel unbehöft.

Markstrahlen 1 bis 3 schichtig, meist 2 bis 3 schichtig. Mittlere Zellhöhe 0·039 *mm* [0·037 *mm*]. Kantenzellen von den übrigen Markstrahlzellen nicht besonders differenziert. Zellenwand mit kleinen, einfachen, in Berührung mit der Gefäßwand mit größeren, hoflosen Tüpfeln. Im Inhalt eine gelbbraune Masse, zum Teil in Körnerform.

Aus dem Vergleiche der numerischen Werte ergibt sich, daß die Holzelemente bei Nr. 3453 etwas größere Dimensionen haben im Vergleich zu Nr. 3517.

Premna.

Premna taitensis Sauer. Zylindrisches Holzstück, 29 + 27 *mm* (Rechinger, Nr. 3414).

Unter der Lupe erscheinen die Gefäße im Holzquerschnitt unregelmäßig zerstreut, die Markstrahlen als lichte, zarte Linien. Holz lichtbraun, von mittlerer Härte und Schwere.

Gefäße einzeln oder in Gruppen von 2 bis 6 verbunden, wobei die Gefäße der Gruppen oft sehr ungleiche Weite haben. Durchmesser der einzeln stehenden Gefäße 0·023 bis 0·14 *mm*. Wände mit sehr kleinen (0·004 *mm*) behöften Tüpfeln bedeckt. Gefäßglieder kurz.

Fasertracheiden dünnwandig, mit horizontalen Querwänden; an den Längswänden spärlich kleine Hoftüpfel; radiale Breite etwa 0·021 *mm*.

Holzparenchym untergeordnet vorkommend. Zellen im Mittel 0·08 *mm* lang; einfach getüpfelt.

Markstrahlen bis 1 *mm* lang, 1 bis 3 (meist drei) schichtig. Zellen dünnwandig, reich getüpfelt; einfache Poren, auch in Berührung mit Gefäßwänden. Zellhöhe 0·023 bis 0·15 *mm*.

Stachytarpheta.

Stachytarpheta indica Vahl. Zylinderförmiges Holzstück, 16 + 15 *mm* (Rechinger. Nr. 3510).

Unter der Lupe erscheinen die Gefäßporen als winzige, weiße Punkte, die Markstrahlen als feinere und gröbere Linien. Holz bräunlichweiß, leicht, weich.

Gefäße zahlreich, radial angeordnet, einzeln oder zu 5 bis 10 in radialen Ketten. Durchmesser 0·023 bis 0·08, im Mittel 0·046 *mm*. Wand mit zahlreichen Hoftüpfeln.

Libriform dünn- bis mitteldickwandig; das Lumen mit der Wanddicke im Zusammenhange von 0·010 bis 0·004 *mm*.

Holzparenchym perivasal und untergeordnet; Fasern durchschnittlich 0·018 *mm* breit, reich getüpfelt.

Markstrahlen 1 bis 3schichtig. Die einschichtigen Strahlen und die Kantenzellen der mehrschichtigen aus aufrechten, im Mittel 0·063 *mm* hohen und 0·030 *mm* breiten Zellen, die mehrschichtigen Partien aus im Mittel 0·028 *mm* hohen und 0·030 *mm* breiten Zellen zusammengesetzt. Wand mit kleinen in Berührung mit der Gefäßwand mit großen hoflosen Tüpfeln.

Icacinaceae.

Chariessa.

Chariessa Samoensis Engl. Zylindrisches Holzstück, 44 + 32 *mm* (Rechinger, Nr. 3528).

Am Holzquerschnitt erscheinen schon dem freien Auge die kräftigen Markstrahlen als lichte, schwach geschlängelte Linien. Unter der Lupe sieht man außerdem zwischen den Markstrahlen feine, in tangentialer Reihung eng aneinander gereihte Strichelchen (Holzparenchym). Holz lichtgrau, leicht und sehr weich.

Der mikroskopische Querschnitt zeigt breite, nahe beisammen stehende Markstrahlen, dazwischen enge Holzparenchymbinden. Da letztere sich stellenweise verzweigen oder durch radiale Züge verbinden, bildet das Holzparenchym ein förmliches Netzwerk, dessen enge Maschen Sklerenchymfaserbündel inselartig ausfüllen.

Gefäße in relativ geringer Zahl, meist einzeln, seltener zu zweien, kurzgliedrig und mit einfacher Durchbrechung. Querdurchmesser 0·05 bis 0·1, im Mittel 0·074 *mm*. An der Radial- und Tangentialwand kleine (0·0045 *mm*), querovale Hoftüpfel mit schmalem, scharf konturiertem Porus.

Libriform aus äußerst dickwandigen Sklerenchymfasern bestehend. Die Wandverdickung ist so bedeutend, daß das Lumen auf Querschnitten meist als Punkt erscheint. Querschnittsdurchmesser der Fasern 0·024 bis 0·040 *mm*.

Holzparenchym reichlich vorhanden, auf Längsschnitten ein- bis mehrreihige Züge durchschnittlich 0·029 *mm* breiter Zellen bildend. Wand mit relativ großen (bis 0·01 *mm*), hoflosen Tüpfeln.

Markstrahlen im Tangentialschnitt als schmallanzettliche, bis 4·6 *mm* lange und in der Mitte bis 0·34 *mm* breite (hier 6 bis 8schichtige) Gewebekomplexe erscheinend. Markstrahlzellen 0·024 bis 0·088 *mm* lang, 0·022 bis 0·045 *mm* breit, 0·028 bis 0·1 *mm* hoch mit ähnlichen Tüpfeln an allen Wänden wie das Holzparenchym; in Berührung mit Gefäßwänden wie diese getüpfelt. In einzelnen Zellen ein großer Rhomboederkrystall (Diagonalen 0·036 bis 0·045 *mm* und 0·045 bis 0·054 *mm*).

Loganiaceae.

Geniostoma.

Geniostoma rupestre Forst. Zylindrisches Holzstück, 7 + 7 *mm* (Rechinger, Nr. 935).

Unter der Lupe erscheinen am Holzquerschnitt deutliche Markstrahlen und Gefäßporen.

Gefäße in reichlicher Menge, ziemlich gleichmäßig verteilt, meist einzeln, hin und wieder in Gruppen zu 2 bis 5 in radialer Anordnung. Querschnitt elliptisch; längster Querdurchmesser 0·036 bis 0·092, im Mittel 0·06 *mm*. Gefäßglieder kurz. Wand mit kleinen, dicht stehenden, querovalen Hoftüpfeln.

Tracheiden weitlumig, dünnwandig mit sehr dünnen Querwänden und kleinen Hoftüpfeln. Mittlere radiale Breite 0·031 *mm*.

Holzparenchym in ein- bis dreischichtigen Reihen durchschnittlich 0·034 *mm* breiter Zellen zwischen dem Prosenchym. Wände mit einfachen Tüpfeln reichlich bedeckt.

Markstrahlen 0·09 bis 0·45, im Mittel 0·22 *mm* lang, ein- bis dreischichtig. Markstrahlzellen in den Dimensionen wenig differierend; Höhe durchschnittlich 0·017 *mm*. Wände mit zahlreichen, sehr kleinen, einfachen, in Berührung mit der Gefäßwand mit behöften Tüpfeln.

Monocotyledones.

Gramineae.

Saccharum.

Saccharum officinarum L. Zylindrisches Holzstück 31+30, *mm* (Rechinger, Nr. 3403).

Unter der Lupe sieht man am Holzquerschnitt braune Gefäßbündel verschiedener Größe in einem Grundgewebe von lichterer Farbe. Holz weich, fast schwammig.

Das Grundgewebe besteht aus sehr dünnwandigen, prismatischen Parenchymzellen, die an den Längswänden in relativ geringer Zahl (sehr zerstreut) äußerst kleine Tüpfel haben.

Die Abmessungen dieser Zellen ergaben: Höhe 0·06 bis 0·27, im Mitel 0·17 *mm*; radiale Länge 0·03 bis 0·14, im Mittel 0·05 *mm*; tangentiale Breite 0·027 bis 0·045, im Mittel 0·037 *mm*.

Die im Grundgewebe zerstreuten Gefäßbündel haben meist elliptische oder ovale Querdurchmesser. Der längste Querdurchmesser beträgt 0·30 bis 0·55, im Mittel 0·40 *mm*, der darauf symmetrale 0·23 bis 0·45, im Mittel 0·30 *mm*. Sie enthalten Gefäße und Prosenchymzellen. In den kleinen Fibrovasalsträngen findet man meist 1 bis 2, in den größeren 3 bis 4 miteinander verbundene Gefäße von verschiedener Weite (innerhalb desselben Bündels); ihr längster Querdurchmesser beträgt 0·02 bis 0·08 *mm*. An der Radial- und Tangentialwand stehen kleine, schmale, querelliptische, hoflose Tüpfel.

Die Prosenchymzellen sind dünn- bis mitteldickwandig, haben horizontale Querwände und geringes Lumen, nämlich 0·007 bis 0·022 *mm*; die radiale Breite der Fasern beträgt durchschnittlich 0·016 *mm*.

Liliaceae.

Cordyline.

Cordyline terminalis Kunth. Zylindrisches Holzstück, 18+16 *mm* (Rechinger, Nr. 3451).

Unter der Lupe sieht man am Holzquerschnitt kleine, dicht beisammen stehende Gefäßbündel, die sich durch dunklere Farbe von dem lichter gefärbten Grundgewebe abheben.

Auf dem Querschnitt bildet das Grundgewebe ein zierliches Netzwerk; die Maschen desselben, die in ihrer Form etwa zwischen der eines Rhombus und eines Sechseckes liegen, sind mit dem Gefäßbündelgewebe ausgefüllt.

Das Grundgewebe bildet an der Radialfläche bis 40, an der Tangentialfläche bis 20 schichtige Zellkomplexe. Es besteht aus prismatischen Parenchymzellen von folgenden Dimensionen: Höhe 0·045 bis 0·113, im Mittel 0·080 *mm*; radiale Länge 0·023 bis 0·045 *mm*; tangentiale Breite 0·020 bis 0·040, im Mittel 0·029 *mm*. Die Zellen besitzen an der Querwand und an der Radialwand kreisrunde oder querovale, hoflose Tüpfel, die etwa 0·004 bis 0·009 *mm* messen.

Die Gefäßbündel haben im Querschnitt folgende Dimensionen: längster Durchmesser 0·18 bis 0·30, im Mittel 0·22 *mm*; der darauf symmetrale Durchmesser 0·09 bis 0·15, im Mittel 0·12 *mm*. Sie bestehen fast nur aus Tracheiden, deren Wand etwa 0·0045, deren Lumen etwa 0·025 *mm* mißt. An den Längswänden sind relativ große Tüpfel ausgebildet, die einen kreisrunden, etwa 0·008 *mm* weiten Hof und einen spaltenförmigen, sehr häufig gekreuzt erscheinenden Porus besitzen. Diese Hoftüpfel stehen in 1 oder 2 (selten 3) Reihen. Die Wand der Tracheiden, welche nicht selten verbogen ist, wird 0·004 bis 0·006 *mm* dick; das Lumen mißt durchschnittlich 0·025 *mm*.

Palmae.

Cocos.

Cocos nucifera L. Holzstück (Rechinger, Nr. 3436).

Mit freiem Auge sieht man im Holzquerschnitte auf lichtbraunem Grunde grauschwarze Gefäßbündel. Unter der Lupe erkennt man fast in jedem Bündel eine oder mehrere, dicht nebeneinander stehende Gefäßporen, die sich an der Peripherie des Bündels, und zwar an der gegen die Mitte des Stammes liegenden Seite desselben befinden.

Das Grundgewebe wird aus parenchymatischen Zellen gebildet, die zumeist einen kreisförmigen oder elliptischen Umriß haben. Die Wanddicke beträgt 0·003 bis 0·005 *mm*, der Durchmesser zumeist 0·03 bis 0·05, im Mittel 0·04 *mm*. Kleine, hoflose Tüpfel sind in großer Zahl ausgebildet.

Die Gefäßbündel haben — wenigstens die an der Stammperipherie stehenden — einen Durchmesser von 0·4 bis 1·0 *mm*; sie bestehen aus Sklerenchymfasern, Holzparenchym und Gefäßen. Die Gefäße sind an einer peripher liegenden Stelle zusammengedrängt; sie haben einen elliptischen Querschnitt, und zwar beträgt der längere Querdurchmesser im Mittel 0·095 *mm*, der kürzere 0·055 *mm* Die Wandverdickung ist treppenförmig. Die Gefäße sind von (perivasalen) dünnwandigen Parenchymfasern umgeben.

Die Skerenchymfasern bilden die Hauptmasse des Gefäßbündels. Sie haben einen mehrweniger runden Querschnitt, von im Mittel 0·035 *mm* Durchmesser; die peripher liegenden Fasern sind schmäler, etwa 0·02 *mm*. Die Wand ist von Tüpfelkanälen durchzogen, die Tüpfel selbst sind äußerst klein.

Cyphokentia.

Cyphokentia samoensis Warb. Holzstück (Rechinger, Nr. 3437).

Mit freiem Auge sieht man am Holzquerschnitt in einem rotbraunen Grundgewebe die dunkelgrauen Gefäßbündel. Unter der Lupe erkennt man fast in jedem Bündel eine oder wenige Gefäßporen, die sich an der Peripherie des Bündels, und zwar an der gegen die Mitte des Stammes liegenden Seite befinden.

Das Grundgewebe wird aus parenchymatischen Zellen gebildet; dieselben haben entweder einen mehr weniger runden, fast isodiametrischen Umriß von 0·04 bis 0·07, im Mittel 0·06 *mm* oder sie bilden

liegende Prismen von zumeist 0·18 bis 0·23 *mm* Länge und 0·06 *mm* Breite. Die Zellen sind dünn- bis mitteldickwandig, mit kleinen, einfachen Tüpfeln versehen. Im Inhalt tritt oft eine braune Masse auf.

Die Gefäßbündel bestehen aus Sklerenchymfasern und Gefäßen; letztere sind an einer peripherisch liegenden Stelle zusammengedrängt. Sie haben treppenförmige Wandverdickung und sind von palisadenförmigen Parenchymzellen umgeben. Die Sklerenchymfasern, welche die Hauptmasse des Holzes bilden und dessen Härte bedingen, haben einen kreisförmigen oder breitelliptischen Querschnitt; der Durchmesser der peripheren Fasern beträgt 0·03 bis 0·06 *mm*, jener der inneren 0·07 bis 0·15 *mm*. Die außerordentlich dicken Wände (0·023 bis 0·068 *mm*) sind von Porenkanälen durchzogen. Der Zellenlumen sinkt bis 0·003 *mm* und ist namentlich bei den peripher stehenden Sklerenchymfasern sehr klein.

Drymophloeos.

Drymophloeos Reineckii Warb. Zwei zylindrische Holzstücke, 35+34 *mm* und 32 + 32 *mm* (Rechinger, Nr. 3402 und 3468).

An der Peripherie des Stammes ist das Holz dicht und hart und zeigt in einer lichten Grundmasse schwarze Gefäßbündel; weiter nach innen werden die Gefäßbündelquerschnitte lichter. Der zentrale Holzteil ist aus locker angeordneten Faserbündeln zusammengesetzt.

Das Grundgewebe, welches 0·1 bis 0·2 *mm* breite Streifen zwischen den Gefäßbündeln bildet, besteht aus mitteldickwandigen, kubischen oder prismatischen Zellen, deren Wände zahlreiche, kleine, einfache Tüpfel tragen. Die Abmessungen dieser Zellen ergaben: Höhe zumeist 0·045 *mm*; radiale Länge 0·04 bis 0·06 *mm*; tangentiale Breite 0·02 bis 0·18 *mm*, außerdem kommen auch aufrechte, palisadenförmige, etwa 0·1 *mm* lange, schmale Zellen vor.

Die Gefäßbündel zeigen im Querschnitt elliptischen, eiförmigen oder polygonalen Umriß; der größte Breitendurchmesser beträgt 0·6 bis 1·5 *mm*. Sie bestehen aus Sklerenchymfasern, Holzparenchym und Gefäßen.

Die Gefäße sind an einer peripher liegenden Stelle des Faserbündels zu 2 bis 5 zusammengedrängt und sind von dünnwandigen, palisadenförmigen Parenchymzellen umgeben. Die Sklerenchymfasern, welche die Hauptmasse des Holzes bilden, haben einen dem Kreise sich nähernden Querschnitt von 0·022 bis 0·045 *mm* Durchmesser. Die sehr stark verdickten Wände sind von Porenkanälen durchzogen. Das Lumen dieser Fasern beträgt 0·018 bis 0·002 *mm* und ist namentlich bei den peripher stehenden Zellen sehr verengt.

Pritchardia.

Pritchardia pacifica Seem. Holzstück (Rechinger, Nr. 3439).

Mit freiem Auge sieht man am Holzquerschnitt in einem braungelben Grundgewebe dunkel braungraue Gefäßbündel. Unter der Lupe gewahrt man Gefäßporen, die an einer Stelle der Gefäßbündelperipherie zusammengedrängt stehen.

Das Grundgewebe besteht aus im Durchschnitt nahezu viereckigen, dünnwandigen, reich getüpfelten Parenchymzellen, welche folgende Dimensionen zeigen: Höhe 0·03 bis 0·10 *mm*, radiale Länge 0·018 bis 0·045 *mm*, tangentiale Länge 0·04 bis 0·16 *mm*.

Die Gefäßbündel haben einen mehr weniger elliptischen oder ovalen Querschnitt von 0·6 bis 1·5 *mm*; sie bestehen aus Sklerenchymfasern, Holzparenchym und Gefäßen. Die Gefäße sind

meist in Gruppen zu mehreren verbunden, an einer peripher liegenden Stelle des Fibrivasalstranges zusammengedrängt. Sie haben elliptischen Umriß mit einem längsten Querdurchmesser von 0·04—0·14 *mm*. Die Wandverdickung ist treppenförmig. Perivasales Holzparenchym besteht aus tracheidenähnlichen, 0·09 bis 0·16 *mm* langen und 0·018 bis 0·036 *mm* breiten, dünnwandigen Zellen. Die Sklerenchymfasern, welche die Hauptmasse des Holzes bilden, haben dicke, von Porenkanälen durchzogene Wände; die im mittleren Teil des Gefäßbündels liegenden haben eine Breite von 0·03 bis 0·08 *mm* und ein Lumen von 0·014 bis 0·040 *mm*, die randständigen eine Breite von 0·02 bis 0·05 *mm* und eine Lichte von 0·005 bis 0·014 *mm*.

Übersicht der beschriebenen Arten.



V. MOLLUSKEN.

Bearbeitet von Dr. Alfred Oberwimmer (Wien).

(Mit Tafel I.)

Herr Dr. K. Rechinger hielt sich im Jahre 1905 längere Zeit auf den Samoainseln auf und besuchte auf der Heimfahrt auch die Insel Bougainville der Salomonen. Obwohl Dr. Rechinger als Botaniker sein Hauptaugenmerk der Flora dieser interessanten Inselgruppe zuwandte, brachte er doch auch ziemlich viel zoologisches Material heim, darunter auch eine kleine Ausbeute von Mollusken, deren Bearbeitung auf Anregung seines Freundes, des Herrn Kustos Dr. R. Sturany, der Verfasser gerne übernommen hat. Das vorliegende Material, das trotz seines geringen Umfanges viel des Interessanten und auch Neues birgt, läßt unwillkürlich das Bedauern aufkommen, daß nicht mehr Zeit und Mühe dem Aufsammeln von Mollusken gewidmet werden konnte. Sind doch die Salomonsinseln bezüglich ihrer so überaus reichen und eigentümlichen Molluskenfauna immer noch fast eine Terra incognita und auch die Samoagruppe, welche in conchyliologischer Beziehung wohl schon recht gut erforscht ist, dürfte noch so manche derzeit unbekannte Spezies beherbergen. Mögen bald neue Forschungen unser Wissen über die Molluskenfauna dieser Inselgruppen erweitern und vervollständigen. Die Aufsammlungen Dr. Rechinger's befinden sich als Geschenk im k. k. Naturhistorischen Hofmuseum in Wien und umfassen von den Samoainseln auch eine größere Zahl von Meeresconchylien, während von der Insel Bougainville der Salomonen nur Land- und Süßwassermollusken vorliegen mit Ausnahme eines am Strande gesammelten *Hipponyx australis* Quoy.

Ich beginne mit der Aufzählung der gesammelten Land- und Süßwassermollusken von Bougainville, verzeichne hierauf diejenigen der Samoainseln und schließe mit einer Liste der marinen Ausbeute. Doch halte ich es für meine Pflicht, vorerst noch Herrn Hans Fleischmann (Wien) für die von ihm mit größter Sorgfalt und künstlerischem Scharfblick besorgte Ausführung der Photographien zu danken.

I. Land- und Süßwassermollusken von Bougainville, Salomonsinseln.

*1. *Helicarion planospirus* Pfr.

Diese Art ist bisher nur auf den südlichsten Salomonsinseln (Ugi, Santa Anna, San Christoval und Guadalcanar) gefunden worden. Da sie nunmehr auch von Bougainville vorliegt, so dürfte sich ihre Verbreitung wohl über die meisten Inseln des Archipels erstrecken.

2. *Papuina xanthochila* Pfr.

3. *P. hargreavesi* Ang.

*4. *P. chancei rechingeri* n. subsp. — Fig. 1 *a—c*.

Gehäuse breit kegelförmig, die ersten Umgänge einen regelmäßig zunehmenden Conus bildend, der letzte Umgang aufgeblasen, unterhalb der Mitte abgeflacht, so daß er deutlich gewinkelt erscheint. Die Oberfläche ist schon mit freiem Auge gut sichtbar radial von links nach rechts fein schief gestreift, die

beiden letzten Umgänge zeigen auch eine sehr deutlich ausgeprägte dichte, feine konzentrische Streifung, die sich unter der Lupe bis in den drittletzten Umgang verfolgen läßt. Einfarbig gelbbraun (isabellfarbig oder hell ledergelb), die Spitze des Gehäuses — aus den ersten 3 Umgängen gebildet — dunkelviolett, das im dritten bis vierten Umgange allmählich in die gelbbraune Färbung übergeht.

Der letzte Umgang hat um die Spindel eine zirka 12 *mm* breite, gegen das Zentrum, die Spindel, tiefer gefärbte braune Nabelzone. Sechs Umgänge, der letzte an Größe sehr rasch zunehmend und aufgeblasen; er steigt gegen die Mündung herab und ist hinter dem Mundrande eingeschnürt.

Die Mündung ist weit, unregelmäßig rhombisch, die Mundränder sind einander genähert, der Mundrand schwach verdickt, besonders gegen abwärts umgeschlagen und in der Nähe der Spindel angedrückt. Der Columellarrand ist mäßig verbreitert und ausgehöhlt. Die Columella ist schief, gegen den Mundrand winklig abgesetzt, lichter als der in die Nabelzone eingezogene braune Teil des Mundrandes.

Die Lippe des Mundrandes ist weiß, gegen das Innere durch die erwähnte Einschnürung desselben scharf abgesetzt. Diese Einschnürung ist außen dunkelbraun gefärbt und scheint im Inneren der Mündung bläulich durch.

Höhe	32·8	32	31·8 *mm*
Großer Durchmesser	35	33	33·7
Kleiner »	28·6	27·5	28

Fundort: Buin.

Diese Schnecke ist jedenfalls die nächste Verwandte der *Papuina chancei* Cox von der Insel Isabel der Salomonen.

Sie unterscheidet sich aber von ihr durch die gänzlich verschiedene Farbe und durch das Fehlen von Bändern, besonders aber durch folgende Eigentümlichkeit der Epidermis, welche an viele Cochlostylen erinnert.

Die einzelnen Exemplare dieser Spezies zeigen nämlich — ein tot gesammeltes Stück ausgenommen — die eigentümlichen Auflagerungen auf einzelnen Stellen der Epidermis, welche G. W. Tryon bei der Determination des Genus *Cochlostyla* in seinem »Manual of Conchology« als »hydrophanous pattern« bezeichnet. An den von Dr. Rechinger lebend gesammelten Exemplaren finden sich diese aus weißlichen, in Alkohol seidenglänzenden, in trockenem Zustande aber matteren Epidermisstellen bestehenden kleinen Flecken auf den drei letzten Umgängen unregelmäßig spiral angeordnet, der früher beschriebenen feinen Spiralstruktur folgend bis zur Mitte des letzten Umganges. Unterhalb derselben findet sich keine Andeutung davon mehr vor.

Bei einem vom Herrn Komitatsphysikus Dr. Karl Brancsik als *Papuina chancei* Cox mit der ungenauen Fundortbezeichnung »Australien, Südseeinseln« an das k. k. Naturhistorische Hofmuseum eingesendeten Stücke finden sich am letzten und vorletzten Umgange längs der Naht ähnliche, jedoch kastanienbraune Auflagerungen. Im übrigen besitzt diese Schale dieselbe Farbe wie die von Dr. Rechinger gesammelten und auch ein vor kurzem von Preston (London) bezogenes Exemplar der kaiserlichen Sammlung (Fundort Neupommern) stimmt in der Farbe damit völlig überein. Wir müssen demnach annehmen, daß die ursprünglich als gebändert beschriebene *P. chancei* Cox in ihrer weiteren Verbreitung auch einfarbig vorkommt; es empfiehlt sich aber darauf eine Subspezies zu gründen, die ich hier *P. chancei rechingeri* nenne. Über die Farbe der lebenden Schnecke schreibt Dr. Rechinger: »Die Gehäuse waren porzellanartig weiß mit einem zarten apfelgrünen Ton von großer Schönheit. Die Tiere wurden in Alkohol gegeben und erst nach zwei Tagen war die apfelgrüne Färbung verschwunden. Ich bin nicht vollkommen sicher, ob die grüne Farbe dem Tier oder seinem Gehäuse zukommt, glaube aber doch nicht annehmen zu können, daß ein aus Kalk bestehendes Gehäuse seiner Farbe durch Einwirkung von Alkohol beraubt wird.«

*5. *Chlorites (Sulcobasis) isis* Pfr. — Fig. 2*a—c*.

Von dieser Art liegen ein sehr gut erhaltenes und eine größere Anzahl gebleichter Exemplare aus dem Urwalde bei Kieta vor.

Die Grundfarbe ist gelblich, die Bänder sind rotbraun. Das Gewinde ist etwas mehr erhoben, als Pfeiffer in den »Novitates Conchologicae«, IV, 113, angibt, doch stimmen die Stücke mit Pfeiffer's Determination ziemlich gut überein. Als Heimat sind Neuirland und die Admiralitätsinseln angegeben. Für die Salomonen und speziell für die Insel Bougainville war diese große Art bisher noch nicht bekannt.

*6. *Melania (Tarebia) verrucosa* Hinds.

Als Heimat dieser Spezies ist ebenfalls Neuirland angegeben. Für Bougainville und die Salomonen neu.

*7. *M. (Tarebia) sturanyi* mihi. — Fig. 3 *a—b.*

Gehäuse zylindrisch getürmt, festschalig, glatt, fein unregelmäßig längsgestreift, an den einzelnen Umgängen mit 2 bis 4 etwas deutlicher hervortretenden Anwachsstreifen, um die Basis — nur unter der Lupe gut sichtbar — sehr fein konzentrisch gestreift, einfarbig bräunlich olivengrün. Gewinde dekolliert. 3—$4^1/_2$ Umgänge erhalten, die oberen ganz flach, der letzte von der Naht bis zur Mitte leicht konkav, dann bis zur Spindel leicht konvex, zylindrisch, deutlich treppenförmig abgesetzt. Die einzelnen Umgänge sind durch eine tiefe, von außen nach innen schief eingesenkte Rinne getrennt, welche sich bis zur Mündung fortsetzt, wo dann der Mundrand leicht angedrückt ist. An der Naht sind die Umgänge nach außen losgelöst und die nach außen gebogenen Ränder borken- oder bastartig zerfasert. Zuweilen bildet eine knapp darunter verlaufende zweite Spirale von nach außen gestellten gleichen Ausbiegungen mit den oben geschilderten eine deutlich nach innen gewinkelte Rinne, durch welche sich die Faserung von der oberen auf die untere Epidermisspirale fortsetzt.

Mündung spitz-birnförmig, oben sehr spitz, unten gerundet und leicht ergossen. Die Mundränder sind durch einen feinen Callus verbunden. Der Mundrand ist innen mit einem sehr dünnen, dunklen Epidermisstreifen gerändert; die Mündung ist innen bläulichweiß. Die Columelle ist verdickt, weiß, leicht gebogen.

Höhe	15·6 *mm*	14·4 *mm*
Breite	6·6	6·6
Mündungshöhe	9·1	8·8

Die Spezies ist sehr nahestehend der *Melania impura* Brot, von der Dr. A. Brot in Küster »Die Melaniaceen« sagt: »Eine sehr eigentümliche, leicht zu erkennde Art; die Spira scheint aus ineinander geschobenen Zylindern zu bestehen, wie ein Fernrohr.« — Durch die ganz eigenartige Gestaltung der Oberränder der Umgänge und der Naht weicht sie aber vollkommen von der genannten Art ab und ist hiedurch vollständig charakterisiert.

Zu erwähnen wäre noch, daß am letzten und vorletzten Umgange öfters ein den einzelnen Anwachsstreifen entsprechendes, unregelmäßig stufenförmiges Ab- und Aufsteigen des Oberrandes erfolgt.

In die Nachbarschaft dieser Art wären noch zu stellen *Melania derelicta* Brot und *Melania ciliata* Brot, beide ohne Fundortsangabe.

*8. *M. (Sermyla) venustula* Brot.

Diese bisher von Neuholland bekannte Art hat Dr. Rechinger auf Bougainville gefunden, sie ist ebenfalls neu für die Salomonen. — Das vorliegende Stück ist stark dekolliert, besteht nur aus drei erhaltenen Umgängen, was eine Abweichung von der Diagnose Brot's bedeutet. Doch stimmt die übrige Beschreibung genau, insbesondere bezüglich der Skulptur. Auch die rötliche Punktierung an der Basis ist deutlich sichtbar, dagegen hat die Schale keinen schwarzen Überzug.

Letzteren kann ich aber nicht als Merkmal des Gehäuses betrachten, da er nur eine Ablagerung des Wassers, welches das Tier bewohnt, darstellt und je nach der Beschaffenheit desselben vorhanden sein kann oder nicht.

*9 *M. (s. str.) rechingeri* mihi. — Fig. 4 *a—b*.

Gehäuse pfriemenförmig getürmt, mäßig dickschalig, rötlich kastanienbraun, unterhalb der Naht und um die Spindel dunkler, die oberen Umgänge mit einem dichten grauen Ninderschlag überzogen, der obere Teil des Gewindes dadurch zerfressen, die feine Spitze dekolliert. Acht Umgänge, abgeplattet und durch eine schwach eingesenkte, an den oberen Umgängen schwer sichtbare Naht geschieden. Die ganze Schale ist sehr fein und dicht spiral gestreift und mit Längsfurchen geziert, die an den oberen Umgängen zart und in fast gleichen Intervallen verlaufen, an dem letzten Umgange aber in der Art gruppiert sind, daß unterhalb der Naht 3 Furchen in ziemlich gleichem Abstande voneinander verlaufen; nach einem fast doppelt so breiten Intervall verlaufen ziemlich in der Mitte des Umganges 2 Furchen, dann folgt wieder ein größerer Zwischenraum, worauf um die Spindel dicht gedrängt 6 zum Teile undeutliche Furchen folgen. Die Zwischenräume zwischen den einzelnen Furchen sind konvex und fein quergerunzelt. Der letzte Umgang, welcher mehr als die halbe Gehäuselänge einnimmt, ist länglich, nach unten ein wenig verschmälert. Die Mündung ist birnförmig, oben sehr spitz, unten leicht verschmälert und ergossen. Der Außenrand ist dünn, braun gesäumt, an seinem basalen Teile etwas vorgezogen. Die bräunliche Spindel ist deutlich verdreht, wenig gebogen und geht allmählich in den Collumellarrand über. Die Mündung ist innen braun, gegen das Innere zu etwas heller werdend, die Furchen scheinen bräunlich durch.

Höhe	22·4 *mm*
Breite	8·7
Mündungshöhe	9·4

Diese neue Spezies erinnert in vielen Beziehungen an *M. moluccensis* Quoy et Gaim., von den Mollukken, welche aber weniger Umgänge (»zirka fünf«) aufzuweisen hat.

Die oben erwähnte dunklere Färbung unterhalb der Naht sieht wie ein kastanienbraunes Band aus, unter der Lupe sieht man aber, daß es sich um eine dunkler gefärbte Zone, welche nach beiden Seiten gleichmäßig in die Grundfarbe übergeht, handelt.

10. *Faunus ater* L.

Sehr elegante schlanke Exemplare mit einem sehr feinen rostbraunen Überzug, der sich leicht wegwischen läßt.

Ein kurzer Rückblick auf die kleine Ausbeute von der Bougainville zeigt, daß unter 10 gesammelten Arten drei neue Spezies sich vorfinden, eine Art für diese Insel, drei Arten für die Salomonen überhaupt neu sind. Dabei umfaßt die ganze Aufsammlung nur fünf Genera. Die mit einem * versehenen Arten sind neu für die Insel Bougainville. Nach unserer derzeitigen Kenntnis der Fauna dieses Archipels stehen uns gewiß von jeder einzelnen Insel noch viele Entdeckungen bevor.

II. Land- und Süßwassermollusken von den Samoainseln.

1. *Trochonanina schmeltziana* Mss. — Inseln Upolu und Savaii.

Bei dieser Spezies wäre zu bemerken, daß das Verhältnis der Höhe zur Breite nicht so konstant ist, wie Mousson angibt, sondern bei gleicher Größe fast doppelt so hohe Exemplare sich vorfinden.

2. *Trochomorpha (Nigritella) subtrochiformis* Mss. — Inseln Upolu und Savaii.

3. *Tr. (Nigritella) subtrochiformis* var. *albostriata* Mss. — Inseln Upolu und Savaii.

4. *T. (Videna) troilus* Gld. — Inseln Upolu und Savaii.

5. *Partula canalis* Mss. — Insel Upolu.

6. *P. zebrina* Gld. — Vaiaberg, Insel Upolu.

7. *Opeas juncea* (Gld.) *upolensis* Mss. — Vaiaberg, Insel Upolu; Insel Savaii.

8. *Succinea (Tapada) crocata* Gld. — Insel Upolu.

9. *S. (Tapada) modesta* Gld. — Insel Upolu.

10. *S. (Catinella) putamen* Gld. — Inseln Upolu und Savaii.

11. *Melampus castaneus* Mhlf. — Insel Savaii.

12. *Siphonaria atra* Quoy et Gaim.

13. *S. sipho* Sow.

14. *Ostodes strigatus* Gld. — Vaiaberg, Insel Upolu; Insel Savaii.

Ein Exemplar von der Insel Savaii zeigt bei deutlicher Spiralstreifung nur eine angedeutete Radialskulptur, ist unsymmetrisch aufgewunden und der letzte Umgang steigt sehr tief herab. Da nur ein derartiges Stück vorliegt, welches wohl starke Abweichungen vom Typus zeigt, glaube ich richtiger zu handeln, wenn ich es als Abnormität betrachte als wenn ich es neu beschreibe.

15. *Aphanoconia fulgora* Gld. — Inseln Upolu und Savaii.

Bei einem Exemplare steigt der letzte Umgang an der Mündung etwas herab, während Dr. A. J. Wagner, der beste Kenner der Helicinen, in seinen »Helicinenstudien«, Denkschr. der kaiserl. Akad. der Wissensch., Bd. LXXVII, 1905, p. 408, sagt: »Der letzte Umgang steigt vorne nicht herab«.

Auf meine Anfrage erhielt ich von Dr. A. J. Wagner die Auskunft, daß auch ihm solche Stücke bekannt sind. Ich mache diese Notiz, um einem eventuellen Abtrennen solcher Stücke als Varietät oder ähnlich für die Zukunft vorzubeugen und zu verhindern, daß das Studium der Conchyliologie durch derart ungerechtfertigte Aufstellung von neuen Arten und Varietäten etc. noch mehr erschwert und verwirrt werde, als dies leider ohnehin schon der Fall ist.

16. *Sturanya plicatilis* Mss. — Vaiaberg (Apiaberg), Insel Upolu; Insel Savaii.

17. *Neritina (Clithon) brevispina* Lm. — Apia, Insel Upolu.

Es liegen nur junge Exemplare, teils mit, teils ohne Bildung der dornartigen Stacheln von der Mündung des Flusses Vaisingano bei Apia vor.

18. *N. (Clithon) siderea* Gld. — Samoa.

Diese Spezies, welche nach G. W. Tryon zu *N. chlorostoma* Brod. als Synonym gehört, liegt mit der Bezeichnung Fluß Vaisingano, Samoa, Insel Upolu vor.

19. *N. (Neritilia) rubida* Pse. — Apia, Insel Upolu.

Gleichfalls an der Mündung des Flusses Vaisingano, in einer kleinen Anzahl von Stücken zusammen mit *N. brevispina* gesammelt.

III. Marine Mollusken von den Samoainseln.

1. *Cantharus undosus* L.
2. *Nassa (Niotha) albescens* Dkr. — Insel Savaii.
3. — *(Zeuxis) gaudiosa* Hinds. — Insel Savaii.
4. — *(Hebra) muricata* Quoy et Gaim. (= *curta* Gld.) — Insel Savaii.
5. *Ricinula horrida* Lm.
6. *Ricinula ricinus* L.
7. *Jopas sertum* Brg.
8. *Vexilla vexillum* L.
9. *Sistrum tuberculatum* Blvlle.
10. — *violaceum* Less. — Insel Savaii.
11. *Coralliophila neritoidea violacea* Kien.
12. — — *gibbosa* Rve.
13. — — *trichotropoides* Montr.

G. W. Tryon zieht in seinem »Manual of Conchology« die Arten *Purpura violacea* Kien., *P. gibbosa* Rve. und *P. trichotropoides* Montr. ein und stellt sie als Synonyme zu *Coralliophila neritoidea* Lm. Ich kann mich dem vollständigen Einziehen dieser drei Formen nicht ganz anschließen, da in der an sich wirklich sehr variablen *C. neritoidea* Lm. diese drei Formen sich konstant ohne Übergänge ineinander vorfinden. Ich habe daher zur Bezeichnung dieser konstanten Formen die trinominale Bezeichnung gewählt.

14. *Peristernia nassatula* Lm.
15. *Leucozonia (Lagena) smaragdula* L.
16. *Vasum ceramicum* L.
17. *Strigatella litterata* Lm.
18. — *virgata* Rve.
19. *Engina mendicaria* L.
20. *Dolium variegatum* Lm.
21. *Natica marochiensis* Gmel. — Ins. Savaii.
22. — *(Mamilla) melanostoma* Gray.
23. *Obeliscus sulcatus* A. Ad. — Insel Savaii.
24. *Eulima major* Sow. f. *arcuata* Sow. — Insel Upolu.
25. *Conus imperialis* L.
26. — *marmoreus* L.
27. — *(Stephanoconus) lividus* Hwass.
28. — *(Puncticulis) pulicarius* Hwass.
29. — *(Coronaxis) ceylonensis nanus* Brod.
30. — — — *sponsalis* Ch.
31. — — *hebraeus* L.
32. — *(Lithoconus) flavidus* Lm.
33. — *(Rhizoconus) sumatrensis nemocanus* Hwass.
34. — *(Cylinder) textilis* L.
35. *Strombus (Canarium) floridum* Lm.
36. — — *gibberulum* L.
37. *Cypraea (Aricia) annulus* L.
38. *Cypraea (Aricia) arabica* L.
39. — — *caput serpentis* L.
40. — — *caurica* L.
41. — — *moneta* L.
42. — *(Luponia) erosa* L.
43. — — *hirundo* L.
44. — — *lynx* L.
45. *Cerithium morus* Lm. — Insel Savaii.
46. *Melaraphe scabra* L. *intermedia* Phil.
47. — — *filosa* Sow.
48. *Planaxis sulcatus* Born.
49. *Hipponyx (Amalthea) australis* Quoy. — Insel Savaii.[1]
50. *Nerita maculata* Pse.
51. — *(Odontostoma) polita* L.
52. — *(Odontostoma) polita antiquata* Recl.
53. — *(Pila) plicata* L.
54. *Senectus crassus* Wood.
55. — *sparverius* Gmel.
56. *Marmorostoma porphyrites* Martyn.
57. *Leptothyra laeta* Montrz. — Insel Upolu.
58. *Liotia hermanni* Dkr. — Insel Savaii.
59. *Tectus fenestratus* Gmel.
60. *Infundibulum (Lamprostoma) maculatum* L.

[1] Liegt auch von der Insel Bougainville vor.

Das vorliegende Exemplar entspricht ganz dem *Infundibulum callicoccum* Phil., welcher nach G. W. Tryon bloß eine Jugendform des *I. maculatum* ist.

61. *Gibbula calliostomoides mihi.* — Insel Upolu. — Fig. 5 *a* und *b*.

Gehäuse klein, im Verhältnisse zu seiner geringen Größe sehr fest und dickschalig, eng, aber offen genabelt, gedrückt-kegelförmig, aus $6^1/_2$ gleichmäßig zunehmenden, schwach gewölbten Umgängen bestehend, die Naht ist wenig deutlich eingesenkt. Der letzte Umgang ist deutlich gekielt und trägt als Kiel eine weiße, abwechselnd mit länglichen, dunkelbraunen Flecken gleichmäßig verzierte Leiste, welche sich unter der Lupe wieder feinst spiral gefurcht und undeutlich granuliert erweist. Die Grundfarbe der Schale ist grünlichweiß, an der Basis rings um den Nabel lichter, an der Oberseite etwas dunkler, die obersten drei Umgänge einfarbig gelblich, während die übrigen in radialer Anordnung auf den Spiralleisten besonders stark hervortretende grünlichbraune bis rotbraune Flecken tragen, die teilweise durch lichtere Nuancierungen ineinander verfließen, am Kiele das erwähnte weißbraune Band, das am schärfsten hervortritt und von der übrigen Färbung sich deutlich abhebt, bilden.

Die Basis zeigt ein grünlichbraunes Band, das aus einzelnen Flecken besteht, die an der Peripherie am dichtesten stehen, gegen das Zentrum zu sich mehr verringern, weiter voneinander abstehen und eine rötliche Farbe annehmen. Die nächste Umgebung des Nabels und dieser selbst sind rein weiß.

Die Skulptur besteht aus spiralen, deutlich erhabenen Leisten, die sich schon auf den obersten Umgängen unter der Lupe erkennen lassen, im weiteren Verlaufe immer deutlicher und schärfer hervortreten und in der erwähnten Kielleiste ihre vollste Entwicklung finden. Die Spiralen der obersten Umgänge sind gleichmäßig angeordnet und fein granuliert, der zweite Umgang zeigt drei, der dritte 4 solcher Spiralen. Der letzte Umgang trägt oberhalb der Spiralkante sechs nach oben sich verjüngende Leisten, von denen die beiden unteren schwach, die übrigen stärker granuliert sind. Die Furchen zwischen diesen Leisten sind mit feinen bis feinsten, fadenförmigen, konzentrischen, deutlich erhabenen, scharfen Linien besetzt, die Leisten selbst ebenso feinst gefurcht. Der letzte Umgang steigt an der Mündung schwach, aber deutlich herab, seine Unterseite ist ziemlich flach, wenig, nur gegen die Mündung zu mehr gewölbt.

Die Unterseite trägt elf konzentrische, gegen den Nabel schwächer werdende und sich abflachende Leisten. Die Furchen zwischen denselben sind näher an der Peripherie mit konzentrischen erhabenen Längslinien besetzt wie an der Oberseite; gegen den Nabel zu verlieren sich dieselben und schließlich liegen zwischen den erhabenen granulierten Leisten einfache Furchen. Die Spiralskulptur tritt bis an den nach einwärts gebogenen Mundrand vor, welcher daher gekerbt erscheint.

Der enge sehr tiefe Nabel ist mit einem winkelig abgebogenen, in den Columellarrand übergehenden Wulst umgeben, welcher bei senkrechtem Daraufblicken ein fast regelmäßiges Siebeneck bildet. Der Nabel zeigt in seinem Inneren eine tiefe Furchung mit sehr scharf vorspringenden spiralen Leisten.

Die Mündung ist sehr schief und fast kreisrund mit einem gegen den Nabel vorspringenden Winkel. Die Mundränder sind einander genähert und durch einen mäßig dünnen, perlmutterglänzenden Callus verbunden. Der Mundrand ist verdickt, nach innen eingeschlagen und durch die herantretende Skulptur vielfach deutlich gekerbt. Der äußere Mundrand trägt auf den nach innen tretenden Enden der Spiralleisten braune Flecken. Die Columellarwand bildet mit der Mündungswand einen stumpfen Winkel, der Columellarrand ist fein gezähnt, weiß. Die Mündung ist innen fein gestreift, entsprechend den äußeren Furchen und prachtvoll perlmutterglänzend.

Höhe der Schale	5·5 *mm*
Großer Durchmesser derselben	6·4
Kleiner Durchmesser derselben	6
Mündungsdurchmesser	3·3

Diese Art macht auf den ersten Blick ganz den Eindruck eines *Calliostoma*, ist jedoch durch den Nabel und die Mündungsverhältnisse den *Gibbula*-Formen, welche von Samoa bereits bekannt sind, am nächsten verwandt, deren Typus *Gibbula concinna* Dkr. darstellt. Durch das kegelförmige Gewinde nimmt sie jedoch auch hier eine besondere Stellung ein.

62. *Asaphis tahitensis* Bern.
63. *Tellina (Tellinella) incerta* Desh.
64. *Caryatis obliquata prora* Conr.
65. *Chione (Omphaloclathrum) puerpera* L.
66. *Tridacna elongata* Lm.
67. *Avicula electrina* Rve. — Insel Upolu.
68. *Isognomum costellatum* Conr. — Insel Savaii.
69. *I. quadrangulare* Rve. — Insel Savaii.
70. *Pinna (Atrina) zebuensis* Gray.
71. *Anomalocardia scapha* Ch.



VI. ERIOPHYIDEN.

Bearbeitet von Prof. Dr. A. Nalepa (Wien).

(Mit Tafel II und III.)

Herr Dr. K. Rechinger sammelte im Jahre 1905 während seines Aufenthaltes auf den Samoainseln und auf Ceylon sieben, darunter sechs neue Phytoptocecidien. Wenn auch die Ausbeute hinter den gehegten Erwartungen zurückblieb, so bedeutet sie doch einen schätzenswerten Beitrag zur Naturgeschichte der außereuropäischen Eriophyiden, deren Gallen seitens der Forschungsreisenden bisher kaum eine Beachtung fanden.

Die reichste Ausbeute lieferte die Insel Upolu: von den sechs daselbst beobachteten Gallen ist nur das Cecidium von *Hibiscus rosa sinensis* L. bekannt; es wurde von C. H. Knowles in der Umgebung von Suva (Fidschi) gesammelt und von mir a. a. O. beschrieben. Die übrigen Gallen sowie das von Ceylon stammende Cecidium sind neu und haben auch neue Arten der Gattung *Eriophyes* zu Erzeugern; zudem wurde in einer Galle ein noch unbekannter *Phyllocoptes* als Inquiline beobachtet. Einige dieser Arten sind dadurch von Interesse, daß sie Merkmale aufweisen, die an europäischen Formen noch nicht beobachtet worden sind.

Die Wirtspflanzen waren durchwegs genau bestimmbar; nur ein Strauch vom Vaiaberg auf der Insel Upolu konnte mit Sicherheit nicht erkannt werden. Möglicherweise gehört er einer Rutaceae, *Evodia*, an (Rechinger).

Eine genaue Beschreibung und Abbildung der Blätter soll indessen die nachträgliche Bestimmung des Substrates nach Möglichkeit erleichtern.(Siehe die Textabbildung auf p. 144 [528], Fig. 13.

Sämtliche Cecidien stammen aus dem regenärmeren Gebiete Samoas und wurden an offenen, dem Sonnenlicht zugänglichen Örtlichkeiten gesammelt; im geschlossenen Urwald kamen nach den Mitteilungen des Sammlers keine Milbengallen zur Beobachtung.

Die gallentragenden Pflanzenteile wurden an Ort und Stelle in Alkohol konserviert und im Frühjahre 1907 dem Schreiber dieser Zeilen zur Untersuchung übergeben. Durch die Art und die lange Dauer der Konservierung gestaltete sich ihre Untersuchung sehr mühevoll und lieferte nicht immer befriedigende Resultate; nur der Umstand, daß reichliches Untersuchungsmaterial zur Verfügung stand, machte es möglich, daß in den wichtigsten Punkten sichere Resultate erzielt werden konnten.

Wien, im Dezember 1907.

* Eriophyes hibisci Nal.

(Taf. II, Fig. 1 und 2, Taf. III, Fig. 11.)

Körper zylindrisch, bisweilen schwach spindelförmig, beim geschlechtsreifen Weibchen ungefähr fünfmal so lang als breit. Schild dreieckig, vorn abgerundet, Seitenränder schwach ausgebogen, die Hüftglieder nur unvollkommen bedeckend. Die Schildzeichnung besteht aus drei Längslinien im Mittelfeld, von denen die mittlere in der Mediane des Schildes vom Hinterrand zum Vorderrand verläuft, während die beiden seitlichen stark nach vorn konvergieren und über dem Hinterrand winklig nach innen

abbiegen. In den Seitenfeldern sind gewöhnlich nur zwei kürzere Bogenlinien zu sehen, die längs des Seitenrandes hinziehen; die äußere derselben ist länger und am hinteren Ende winklig nach einwärts gebogen. Rückenborsten wenig länger als der Schild, zart und nach hinten gerichtet; Borstenhöcker groß, halbkugelig, ziemlich weit voneinander entfernt am Hinterrand des Schildes, diesen jedoch nicht überragend.

Rüssel klein, 0·016 *mm*, schwach gekrümmt, schräg nach vorn gerichtet.

Beine mäßig lang, schwach, die beiden Fußglieder von fast gleicher Länge. Krallen schwach gebogen, die des zweiten Beinpaares etwas länger als die des ersten. Fiederborste wahrscheinlich vierstrahlig. Sternum einfach, bis an die inneren Epimerenwinkel reichend. Die Brustborsten des ersten Paares sind etwas vor dem vorderen Sternalende, die des zweiten Paares weit vor den Epimerenwinkeln, ungefähr in der Mitte des Sternums inseriert.

Abdomen zylindrisch, 60 bis 62 Rückenhalbringe. Diese sind schmal und fein punktiert, werden aber im letzten Drittel etwas breiter und verlieren auf der Rückenseite die Punktierung, so daß ungefähr die letzten 20 vor dem Schwanzlappen gelegenen Ringe auf der Rückenseite glatt sind. Ventralseite fein geringelt und punktiert. Seitenborsten etwas hinter dem Epigynium inseriert, sehr zart, beiläufig so lang wie die Bauchborsten des dritten Paares. Bauchborsten des ersten Paares etwa $1^1/_2$ mal so lang wie der Schild, mit zarten Enden; die des zweiten Paares weit voneinander abstehend, auffallend kurz, ungefähr so lang wie die Genitalborsten; die des dritten Paares endlich haben ungefähr die Länge des Schildes und sind stark. Die Schwanzborsten erreichen kaum den dritten Teil der Körperlänge, sind zart, biegsam die Nebenborsten kurz, stiftförmig.

Epigynium, 0·18 *mm* breit, flach, beckenförmig. Deckklappe längsgestreift. Genitalborsten noch seitenständig, kurz.

Epiandrium 0·016 *mm* breit, flach bogenförmig.

Mittlere Länge des Weibchens 0·18 *mm*, mittlere Breite 0·036 *mm*.

Mittlere Länge des Männchens 0·15 *mm*, mittlere Breite 0·035 *mm*.

E. hibisci erzeugt auf den Blättern von *Hibiscus rosa sinensis* L. Ausstülpungen der Blattspreite (Taf. III, Fig. 11) nach oben, seltener nach unten; die Gallen finden sich entweder zerstreut oder zu Gruppen vereinigt, welche dann nicht selten zu größeren unregelmäßigen Massen mit höckeriger Oberfläche zusammenfließen und an die Blattausstülpungen von *Salvia* erinnern. Im einfachsten Falle sind sie seichte Vertiefungen; indem sich diese jedoch mehr und mehr vertiefen, entstehen beutelförmige Aussackungen, die nicht selten an ihrer Basis schwach eingeschnürt sind. Die Gallen haben einen Durchmesser von 1 *mm* bis 1·5 *mm* und darüber und eine wechselnde Gestalt; gewöhnlich sind sie rundlich, knopfförmig, oben abgeflacht oder etwas vertieft, seltener länglich und gekrümmt. Ihre Farbe ist graugrün und von der Farbe des Blattes wenig verschieden, ihre Oberfläche unbehaart, fein gerunzelt. Die Gallenhöhle ist seltener ein einfacher, mit Haaren ausgekleideter Hohlraum, der mit einer weiten Öffnung nach außen mündet; gewöhnlich springen von der Innenwand zahlreiche zapfen- und leistenförmige Auswüchse in die Gallenhöhle vor, die vielfach miteinander verschmelzen und nur enge, unregelmäßige Hohlräume und Gänge, welche mit Haaren ausgekleidet sind, zwischen sich freilassen. Solche Wucherungen treten aber auch bei stark infizierten Exemplaren an dem Stengel, den Blattstielen, ja selbst auf den Blattnerven auf, wo sie als derbe, an der Oberfläche behaarte, kugelige oder warzenförmige Gallen erscheinen; nicht selten verschmelzen solche Gallen zu unförmlichen Massen und deformieren dann häufig ganze Pflanzenteile (Blattstiele, Nebenblätter).

Insel Upolu. Auf kultivierten Sträuchern bei Motootua (August 1905).

Das hier beschriebene Cecidium ist identisch mit den von C. H. Knowles in der Umgebung von Suva (Fidschi) gesammelten und von mir bereits a. a. O. beschriebenen Blattgallen von *Hibiscus rosa sinensis* L. (cf. Nalepa, Über zwei neue Eriophyiden von den Fidschiinseln, in: Journ. Econ. Biol., Birmingham 1906, vol. 1, pt. 4, p. 147).

*Eriophyes hibiscitileus Nal.

(Taf. II, Fig. 3 und 4.)

Körper gestreckt, beim geschlechtsreifen Weibchen zylindrisch bis walzenförmig. Schild dreieckig vorn abgerundet. Schildzeichnung meist deutlich und charakteristisch; in der Mitte drei eng nebeneinander liegende Längslinien. Die mittlere Linie erreicht den Vorderrand nicht, die beiden seitlichen divergieren nur wenig nach hinten und biegen unmittelbar vor dem Hinterrand nach einwärts. Das Mittelfeld ist jederseits von einer Längslinie begrenzt, die im vorderen Viertel scharf nach auswärts, vor dem Hinterrand dagegen nach einwärts gebogen ist; durch diese Grenzlinien erhält die Zeichnung des Mittelfeldes ein leierförmiges Aussehen. In den Seitenfeldern ist eine Linie sichtbar, die ähnlich den Grenzlinien des Mittelfeldes verläuft, sich jedoch weit vor dem Hinterrand nach auswärts wendet. Außerdem sind noch kurze Bogenlinien längs des Seitenrandes, zuweilen auch vor den Borstenhöckern sichtbar. Diese sind nahe aneinander gerückt, ziemlich groß, halbkugelförmig und überragen den Schildhinterrand nicht. Die Rückenborsten sind steif, nach hinten gerichtet und kaum länger als der Schild.

Rüssel sehr kurz (0·015 *mm*), nach vorn gerichtet.

Beine schlank. Das letzte Fußglied weicht in der Länge von dem vorhergehenden nur wenig ab.

Außenborsten des letzten Fußgliedes kräftig, Innenborsten sehr schwach. Kralle des zweiten Beinpaares länger als die des ersten Paares. Fiederborste klein, zart, wahrscheinlich fünfstrahlig. Das Sternum ist gegabelt und kurz; es erreicht die inneren Epimerenwinkel nicht. Die Brustborsten des ersten Paares fehlen, die des zweiten Paares sind dagegen auffallend weit nach vorn gerückt und stehen vor den inneren Epimerenwinkeln.

Das Abdomen verjüngt sich erst im letzten Viertel und endigt in einen kleinen Schwanzlappen. Die Ringelung ist scharf; man zählt zirka 60 Rückenhalbringe. Die Dorsalseite des Abdomens zeigt eine abweichende Punktierung; die Ringe tragen nicht eine Reihe punktförmiger Höcker, sondern sind eng gestrichelt wie die unmittelbar vor dem Schwanzlappen gelegenen Bauchhalbringe; die Ventralseite ist dagegen eng punktiert. Die Seitenborsten, welche wenig kürzer sind als der Schild, sind etwas hinter dem Epigynium inseriert. Die Bauchborsten des ersten Paares sind ungefähr $1^1/_2$ mal so lang wie die Seitenborsten des zweiten Paares, welche ausnahmsweise bei dieser Art die längsten Bauchborsten sind. Die Bauchborsten des dritten Paares erreichen die Länge der Seitenborsten und zeichnen sich gleich den übrigen Bauchborsten durch sehr zarte Enden aus. Die kurzen geißelartigen Schwanzborsten messen etwa den dritten Teil der Körperlänge. Die Nebenborsten sind sehr kurz; ihre Länge ist kaum größer als die Breite des letzten Rückenhalbringes.

Epigynium 0·018 *mm* breit, flach beckenförmig. Deckklappe fein längsgestreift. Genitalborsten grundständig, sehr kurz.

Epiandrium 0·016 *mm* breit, bogenförmig.

Mittlere Länge des Weibchens 0·18 *mm*, mittlere Breite 0·03 *mm*.

Mittlere Länge des Männchens 0·14 *mm*, mittlere Breite 0·028 *mm*.

Die von *E. hibiscitileus* erzeugten Blattgallen haben einen Durchmesser von 1 bis 3 *mm* und finden sich meist in großer Zahl zerstreut auf den Blättern von *Hibiscus tiliaceus* L. Sie liegen in der Blattspreite und springen sowohl nach oben als nach unten über die Blattfläche vor; ihre Hauptmasse liegt auf der Blattunterseite. Der auf der Oberseite des Blattes gelegene Gallenteil erhebt sich kaum 1 *mm* über die Blattfläche oder ist in dieselbe eingesenkt; er ist derbwandig, an der Außenseite glatt, halbkugelig, bisweilen stumpf kegelförmig mit mehrhöckerigem Scheitel.

An Querschnitten erkennt man, daß die Wand dieses Gallenabschnittes fast doppelt so stark ist als die Blattspreite und zahlreiche rundliche, mit orangegelbem Öl gefüllte Zellen von auffallender Größe enthält. Der auf der Blattunterseite hervortretende Gallenteil ist dagegen dünnwandig, unregelmäßig kugelig und filzig behaart, ohne daß jedoch die Haarbildung auffallend gesteigert wäre; die Haare (Stern-

haare) sind von den normalen Haaren nicht verschieden. Der Galleneingang ist sehr eng und liegt auf der Unterseite des Blattes. Die Innenwand ist haarlos und wird von mehr oder weniger kubischen Zellen gebildet; hie und da springen nach innen niedere Falten oder Höcker vor, ohne daß es jedoch zu einer Kammerung der Gallenhöhle käme.

Insel Upolu. Am Meeresstrand bei Mulinuu.

Insel Savaii (August 1905).

*Eriophyes altus Nal.

(Taf. II, Fig. 5 und 6, Taf. II, Fig. 10.)

Körper gedrungen, spindelförmig, hinter dem Schilde gewöhnlich am breitesten, mit auffallend stark gewölbter Rückenseite. Schild ziemlich groß, dreieckig bis halbkreisförmig, ohne deutliche Zeichnung. Rückenborsten ungemein kurz, etwa so lang wie die Kralle, zart; Borstenhöcker halbkugelig, ziemlich groß, einander genähert und randständig.

Rüssel kurz (0·019 *mm*); kräftig, schräg nach vorne gerichtet. Rüsselborste ziemlich lang.

Beine lang, kräftig. Fußglieder auffallend schwächer als die Beinglieder; vorletztes Glied kaum $1^1/_2$mal so lang wie das letzte. Femurborste lang. Fiederborste groß, fünfstrahlig. Kralle fast gerade, etwas länger als die Fiederborste. Sternum einfach, die inneren Epimerenwinkel nicht erreichend. Zweites Brustborstenpaar vor den inneren Epimerenwinkeln und in der Höhe des hinteren Sternalendes inseriert.

Abdomen spindelförmig, im vorderen Drittel am stärksten, dann sich nach hinten stark verjüngend und in einen deutlichen Schwanzlappen endigend. Ventralseite abgeflacht, fein geringelt und eng punktiert, Dorsalseite gewölbt; Rückenhalbringe zirka 56, ziemlich breit, gewöhnlich glatt, zuweilen undeutlich entfernt punktiert. Seitenborsten hinter dem Epigynium inseriert, sehr zart, etwa so lang wie der Rüssel. Bauchborsten des ersten Paares am längsten, fast ein Drittel der Körperlänge messend, die des zweiten Paares sind etwas kürzer als die des dritten Paares. Diese erreichen fast die Länge des Schildes und überragen gewöhnlich den Schwanzlappen. Sämtliche Bauchborsten besitzen auffallend zarte Enden. Die Schwanzborsten sind mehr als halbmal so lang wie der Körper, zart, die Nebenborsten kurz und steif.

Epigynium groß, 0·02 *mm* breit, halbkugelig. Deckplatte glatt, manchmal undeutlich gestreift, Genitalborsten halb so lang wie die Bauchborsten des dritten Paares, grundständig. Eier rund.

Epiandrium 0·018 *mm* breit, klammerförmig.

Mittlere Länge des Weibchens 0·19 *mm*, mittlere Breite 0·058 *mm*.

Mittlere Länge des Männchens 0·17 *mm*, mittlere Breite 0·058 *mm*.

E. altus erzeugt auf *Ipomoea denticulata* Choisy über die Blattfläche zerstreute, grüne, unbehaarte Gallen, die auf beiden Seiten der Lamina mehr oder weniger halbkugelförmig vorspringen; der Hauptteil der Galle liegt in der Regel auf der Unterseite des Blattes. Ausnahmsweise werden Gallen, teils einzeln, teils in kleinen Gruppen, an den Stengeln und Blattstielen beobachtet; hier erreichen sie eine bedeutende Größe (einen Durchmesser von zirka 5 *mm*), sind kugelig und sitzen mit breiter Basis auf. Der Durchmesser der Blattgallen beträgt durchschnittlich 1·5 *mm*. Der Eingang liegt ziemlich zentral in dem nach unten vorgewölbten Gallenteil bald in der Ebene der Oberfläche, bald auf einer schwachen kegelförmigen Erhöhung; er ist ein sehr enger, haarloser Spalt. Nicht selten ist die Blattfläche, welche die Gallen umgibt, nach unten ausgebogen, so daß die Gallen etwas in die Spreite eingedrückt erscheinen und ihre Scheitel die Blattfläche nur wenig überragen.

Durchschneidet man eine größere Galle (Taf. III, Fig. 10) so sieht man den inneren Gallenraum buchtenartig in die anscheinend dicke Wandung eindringen. Diese Buchten und Spalten rühren aber von zahlreichen zapfenartigen, seltener an der Spitze verbreiterten fleischigen Emergenzen her, welche an der Innenseite der Wand entspringen und tief in die Gallenhöhle hineinragen; sie sind mit Gallmilben stark

besetzt. Die Wand der Galle besteht aus einem parenchymatischen Gewebe, dessen Zellen chlorophyllarm und durch bedeutende Größe ausgezeichnet sind. Das Palisadenparenchym ist nur am Rande der Galle noch deutlich und geht dann allmählich in das Parenchym der Wandung über, das nach innen zu eine deutliche Schichtung erkennen läßt. Die Gallenhöhle ist haarlos und von einer deutlichen Epidermis ausgekleidet, die von der Epidermis der Blattunterseite stammt, sich von dieser aber dadurch unterscheidet, daß ihre Zellen durch Teilung und Hypertrophie ihr ursprüngliches Aussehen stark verändert haben; sie stehen dicht gedrängt und bilden eine durch ihre bräunliche Färbung besonders auffällige, von dem darunter liegenden Gewebe scharf abgegrenzte Zellschicht. — Insel Upolu, Laulii (Juni 1905).

*Eriophyes aoecus Nal.

(Taf. II, Fig. 7 und 8, Taf. II, Fig. 9.)

Körper zylindrisch bis walzenförmig, beim geschlechtsreifen Weibchen mehr als sechsmal so lang als breit. Schild halbkreisförmig, nach hinten deutlich begrenzt, die Hüftglieder beider Beinpaare nicht oder nur unvollkommen bedeckend. Schildzeichnung undeutlich; gewöhnlich sind nur drei nach vorne konvergierende Längslinien im Mittelfeld und je eine Bogenlinie längs der Seitenränder sichtbar. Schildborsten ungefähr $1^1/_2$ mal so lang wie der Schild, an den Enden zart, nach hinten gerichtet. Borstenhöcker halbkugelig, einander genähert, randständig, jedoch den Hinterrand des Schildes nicht überragend.

Rüssel 0·019 *mm* lang, schwach gekrümmt, nach vorne gerichtet.

Beine schlank, deutlich gegliedert, vorletztes Fußglied kaum länger als das letzte. Fiederborste deutlich fünfstrahlig. Kralle schwach gebogen, stumpf, die des ersten Beinpaares etwas länger als die des zweiten Paares. Sternum einfach, kurz. Die Brustborsten des zweiten Paares sitzen ziemlich weit vor den inneren Epimerenwinkeln.

Abdomen zylindrisch, mit zirka 52 gegen das Ende etwas breiter werdenden Rückenhalbringen. Die Rückenseite ist gewöhnlich ziemlich grob punktiert; nur der Schwanzteil ist an der Rückenseite glatt. Die Punkthöcker sind strichförmig. Die Bauchseite ist meist sehr fein punktiert. Doch finden sich auch völlig glatte Individuen, die sich dann auch durch eine zartere Beborstung auszeichnen. Die Seitenborsten sind etwa so lang wie die Schildborsten und sitzen hinter dem Epigynium. Die Bauchborsten des ersten Paares sind beiläufig doppelt so lang als der Schild, die des zweiten und dritten Paares etwa von gleicher Länge, doch sind erstere bedeutend zarter. Schwanzborsten mäßig lang, ziemlich stark. Nebenborsten fehlen.

Epigynium 0·022 *mm* lang, halbkugelförmig, mit glatter Deckklappe und seitenständigen Genitalborsten, welche sehr zart und etwas länger als die Bauchborsten des zweiten Paares sind.

Epiandrium 0·016 *mm* breit, flach bogenförmig.

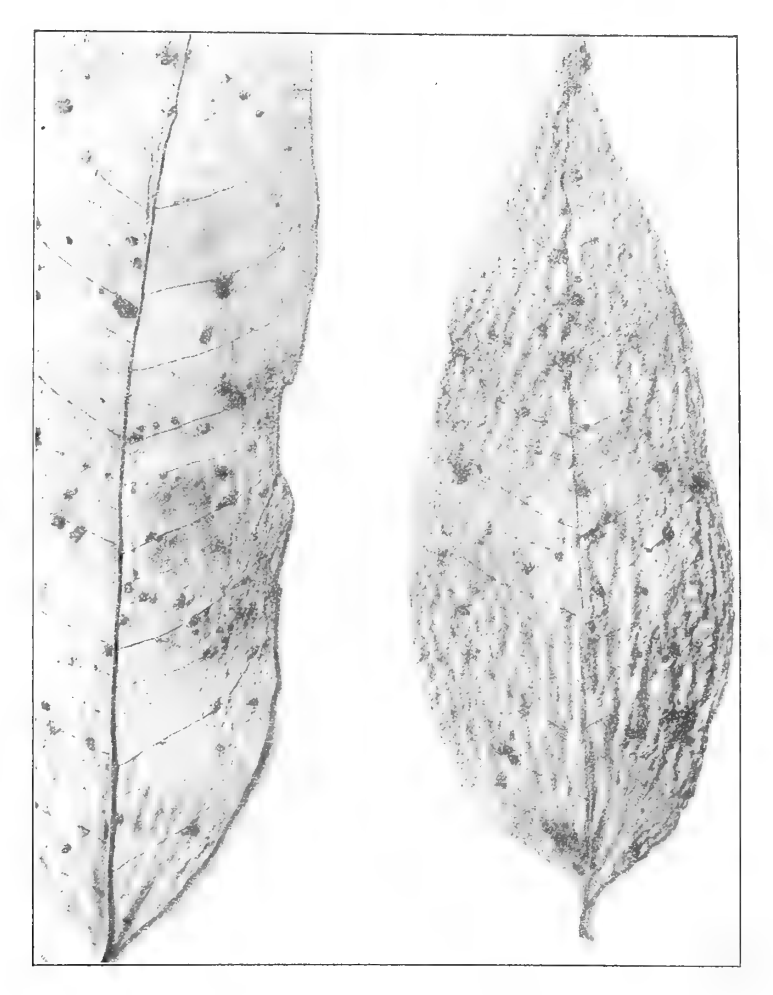
Mittlere Länge des Weibchens 0·19 *mm*, mittlere Breite 0·035 *mm*.

Mittlere Länge des Männchens 0·13 *mm*, mittlere Breite 0·032 *mm*.

Die von *E. aeocus* erzeugten Gallen, deren Substrat leider nicht mit Sicherheit bestimmbar ist (siehe unten), treten einzeln über die Blattoberseite zerstreut oder in Gruppen auf; es sind warzen- bis beutelförmige Ausstülpungen der Blattspreite, die sowohl in ihrer Größe als auch in ihrer Gestalt sehr wechseln. Während die kleinsten kaum mohnkorngroß sind und sich nur wenig über die Blattfläche erheben, erreichen andere eine Höhe bis zu 5 *mm* bei einer Breite von 2 bis 3 *mm*; es sind dies vielgestaltige, kopf- bis sackförmige Ausstülpungen, die über der Ansatzstelle halsförmig eingeschnürt sind und an ihrer Oberfläche gewöhnlich regellose höckerige Ausbuchtungen zeigen (Taf. III, Fig. 9). Auch mehrköpfige und mehrzipfige, mitunter große sackartige Ausstülpungen mit sehr weitem offenen Eingang kommen zur Beobachtung; dagegen scheinen sogenannte verkehrte Gallen selten zu sein. Die Ausstülpungen haben eine gelblichgrüne Färbung und eine haarlose, meist kleinhöckerige, runzelige Oberfläche. Der Eingang befindet sich auf der Unterseite des Blattes; er ist ziemlich weit und von langen steifen Haaren geschlossen. Viel häufiger sind aber die Ränder desselben vorgestülpt und gelbbraune, über die Blatt-

fläche vortretende Haarpolster machen die Stellen kenntlich, wo die Gallengänge nach außen münden. Dort, wo die Gallen gruppenweise eng beisammen stehen, fließen diese Polster oft zu größeren unregelmäßigen Haarflecken zusammen. Auf manchen Blättern waren außerdem auf der Unterseite grubig vertiefte, mit Haaren dicht besetzte Stellen vorhanden, die auf der entsprechenden Stelle der Blattoberseite mehr oder minder stark proliferierten; die Haare glichen vollkommen jenen, welche den Eingang der Gallen verschließen. Solche Bildungen sind wohl als Anfangsstadien von Gallenbildungen zu betrachten, die in ihrer Entwicklung aus irgendeinem Grunde gehemmt worden sind (vielleicht weil der Angriff des Parasiten ein in der Entwicklung zu weit vorgeschrittenes [differenziertes] Gewebe traf). Aber auch auf den Blattstielen und den Achsen junger Triebe sind nicht selten unregelmäßige höckerige Gebilde anzutreffen, welche mit jenen steifen gelblichen Haaren dicht besetzt sind. Ganz besonders sind es die rinnenartigen

Fig. 13.



Furchen in den Stielen, die oft auf weite Strecken dieser Verbildung anheimfallen und dann (1 bis 12 *mm*) langen Haarleisten gleichen. An Querschnitten erkennt man, daß die Ränder dieser Rinnen und Furchen etwas erhöht und von steifen Haaren stark besetzt sind, welche sie nach außen abschließen. Der Innenraum der Rinne ist haarlos und mit einer Oberhaut ausgekleidet, die sich von der normalen durch ihre hypertrophisch vergrößerten Zellen unterscheidet; er ist von Gallmilben bewohnt. Ganz ähnlich liegen die Verhältnisse bei den höckerigen Auswüchsen auf den Blattstielen und größeren Blattnerven, nur daß es sich hier nicht um eine einfache Rinne, sondern um eine größere Anzahl spalt- und rinnenartiger, in das oberflächliche Gewebe eingesenkter Vertiefungen handelt.

Die Blattgallen sind dünnwandige Ausstülpungen der Blattspreite nach oben. Die Wandung derselben ist unbedeutend stärker als die Lamina und besteht aus einem parenchymatischen Gewebe von rundlichen, ziemlich isodiametrischen Zellen. Das Palisadenparenchym läßt sich in den der Blattspreite

angrenzenden Partien noch deutlich erkennen und geht dann allmählich in das Gallengewebe über; außer dem bemerkt man in der Gallenwand Gefäßbündel, welche von den Blattnerven stammen, jedoch an der Gallbildung keinen wesentlichen Anteil nehmen.

Die Gallenwand ist gewöhnlich vielfach unregelmäßig ausgebuchtet, an ihrer Oberseite haarlos und von einer Oberhaut bekleidet, die sich von der normalen nur wenig durch die gestreckten, wenig vergrößerten Elemente unterscheidet. Auch an ihrer Innenseite ist die Gallenhöhle haarlos; die sie auskleidende Epidermis stammt von der Blattunterseite und ist durch die dichtgedrängten, stark vergrößerten, an Zellinhalt reichen Elemente ausgezeichnet.

Am Eingang in die Gallenhöhle wachsen die Epidermiszellen in lange derbwandige, gelbliche Haare aus. Ihre Enden sind bald stumpf, abgerundet, bald keulig verdickt, bald spitz; wo ein kanalartig verengter Eingang vorhanden ist, sind die dem Gallenraum zunächst gelegenen Haare nach innen, an der Mündung nach außen gerichtet. Die der Gallenhöhle zunächst befindlichen Haare sind nicht selten sehr lang, zartwandig, manchmal vielzellig und von einem feinkörnigen, protoplasmareichen Inhalt erfüllt. Immer ist der den Eingang verschließende Haarbesatz von der inneren Gallenwand scharf abgegrenzt.

Eine sichere Bestimmung der Wirtspflanze war nicht möglich; daher gebe ich im nachstehenden eine Beschreibung und auf Seite 144 die Abbildung eines mit Gallen besetzten Blattes dieses dicotylen Strauches, um eine nachträgliche Identifizierung desselben zu ermöglichen. Blätter länglich, zugespitzt, ganzrandig, fiedernervig. Blattnerven an der Unterseite stark hervortretend; Spreite dünn, in den Blattstiel verlaufend. Blattstiel kurz, mit angeschwollener Basis auf dünnen schlaffen Zweigen sitzend. Blätter wechselständig. Länge bis 20 *cm*, größte Breite zirka 6 *cm*. Nach den Untersuchungen Rechinger's gehören diese Blätter möglicherweise einer Rutaceae, *Evodia hortensis* Forster, an. — Insel Upolu, Vaiaberg (Apiaberg), zirka 300 *m* ü. M. (Juli 1905).

*Eriophyes samoensis Nal.

(Taf. II, Fig. 9 und 10.)

Körper gedrungen, zylindrisch, beim Weibchen 3 bis 4mal so lang wie breit. Kopfbrustschild dreieckig, vorn abgestutzt, hinten deutlich begrenzt; Seitenränder fast gerade, die Hüftglieder nur unvollkommen bedeckend. Oberfläche ziemlich glatt, ohne deutliche Zeichnung. Rückenborsten wenig länger als der Schild, steif, nach oben gerichtet. Borstenhöcker groß, halbkugelig, randständig und einander sehr genähert.

Rüssel kurz (0·016 *mm*), kräftig, schräg nach abwärts gerichtet.

Beine mittellang, deutlich gegliedert. Fußglieder kurz, erstes Fußglied wenig länger als das zweite. Außenborsten und Tibialborsten auffallend schwach. Fiederborste fünfstrahlig. Kralle des zweiten Beinpaares etwas länger als die des ersten Beinpaares, schwach gekrümmt, stumpf. Sternum einfach, ziemlich lang, die inneren Epimerenwinkel jedoch nicht erreichend. Brustborsten des ersten Paares sehr kurz, nahe am vorderen Sternalende inseriert, Brustborsten des zweiten Paares etwas vor den inneren Epimerenwinkeln sitzend.

Abdomen zylindrisch bis walzenförmig, deutlich geringelt; man zählt zirka 52 Rückenhalbringe, welche bis auf 20 bis 22 vor dem Schwanzlappen gelegene Ringe fein punktiert sind. Der Endteil des Abdomens ist daher auf der Dorsalseite glatt. Sämtliche Bauchborsten sind sehr zart. Seitenborsten etwas hinter dem Epigynium inseriert, sehr zart, wenig länger als die Borsten des dritten Paares. Bauchborsten des ersten Paares am längsten, nahe so lang wie die Rückenborsten, Bauchborsten des zweiten Paares sehr kurz und zart. Schwanzlappen klein; Schwanzborsten kurz, etwa $1^1/_2$mal so lang wie der Schild, fädlich. Nebenborsten fehlen.

Epigynium 0·018 *mm* breit, beckenförmig. Deckklappe deutlich längsgestreift. Genitalborsten sehr kurz, etwa so lang wie die Bauchborsten des dritten Paares, grundständig.

Epiandrium 0·015 *mm* breit, hoch bogenförmig und stark gekielt.

Mittlere Länge des Weibchens 0·15 *mm*, mittlere Breite 0·032 *mm*.
Mittlere Länge des Männchens 0·127 *mm*, mittlere Breite 0·032 *mm*.

E. samoensis erzeugt auf den Blättern von *Spiraeanthemum samoense* A. Gray kleine halbkugelförmige Gallen, welche unregelmäßig über die Blattfläche zerstreut sind und nicht selten in großer Zahl auftreten. Sie sind derbwandig, meist glatt und erreichen selten einen Durchmesser über 1 *mm*; der ziemlich weite unregelmäßige Eingang liegt gewöhnlich auf der Unterseite des Blattes in der Mitte des Gallenkörpers auf einer schwachen Erhebung und ist von spärlichen steifen Haaren verschlossen. Doch sind auch Gallen, deren Eingang auf der Blattoberseite liegt, nicht selten; ihre Oberfläche ist spärlich behaart. Die Haare sind einzellig und stärker als die normalen Haare. Die Wand der Galle ist ziemlich dick und besteht aus einem parenchymatischen Gewebe, dessen unregelmäßige Zellen gewöhnlich reich an Stärke sind; im Mesophyll geht der Unterschied zwischen dem Palisaden- und Schwammparenchym verloren. Die Gallenhöhlung ist unregelmäßig, haarlos und ziemlich glatt. — Insel Upolu. Im Kammgebiete des Kraters Lanutoo, zirka 500 *m* ü. M. (anfangs Juli 1905).

*Eriophyes pauropus Nal.

(Taf. III, Fig. 1, 2, 8 und 12.)

Körper gestreckt, zylindrisch bis wurmförmig. Schild fast halbkreisförmig, die Hüftglieder des ersten Beinpaares nicht bedeckend. Schildzeichnung deutlich, im Mittelfeld aus fünf Längslinien bestehend; die drei Mittellinien konvergieren stark nach vorn und sind einander sehr genähert, die beiden dieselben begleitenden Außenlinien biegen hinter dem Vorderrand scharf winkelig nach innen und legen sich mit ihren einwärts gebogenen Hinterenden an die Basis der inneren Linien. Die Seitenfelder sind mit kurzen, dicht gedrängten Strichen, in den Hinterecken auch mit Punkthöckern ausgefüllt. Die kleinen Höcker der Rückenborsten liegen vom Hinterrand entfernt in der Schildfläche und tragen die schwachen Rückenborsten, welche wenig kürzer sind als der Schild; beim Männchen haben sie eine größere Stärke.

Der Rüssel ist auffallend kurz (0·017 *mm*) und von der Rückenseite häufig nicht sichtbar, da er steil nach abwärts und nur wenig nach vorn gerichtet ist.

Die Beine sind auffallend kurz, insbesondere die beiden Endglieder, welche den Eindruck machen, als wären sie ein einziges Glied. Die Außenborsten sind an beiden Beinpaaren lang und steif, ebenso die Borste der Tibia des ersten Beinpaares, während jene des zweiten Paares nur schwach entwickelt ist. Die Fiederborste ist ziemlich groß und fünfstrahlig, die Kralle gerade, stiftförmig und stumpf. Sternum nur an gut aufgehellten Exemplaren sichtbar, kurz, die inneren Epimerenwinkel nicht erreichend und ungegabelt. Das erste Brustborstenpaar wurde niemals beobachtet, scheint daher zu fehlen, da auch Borstenhöcker nicht zu finden sind. Dagegen sind die Brustborsten des zweiten Paares weit nach vorne geschoben und sitzen vor den inneren Epimerenwinkeln.

Das Abdomen ist drehrund und bis gegen das Analende gleich dick. Die Ringelung und Punktierung ist gewöhnlich ziemlich eng und schwach. Man zählt auf der Rückenseite zirka 68 Ringe. Die Punktierung ist eng, auf der Bauchseite aus punktförmigen, auf der Rückenseite aus strichförmigen Höckern gebildet; gegen den Schwanzlappen hin werden die Ringe auf der Rückenseite unbedeutend breiter und die Punktierung weitschichtiger. Die Seitenborsten erreichen ungefähr die Länge des Schildes, sind fädlich, zart und in der Höhe des Epigyniums inseriert. Auffallend lang sind die Bauchborsten des ersten Paares, welche mehr als doppelt so lang sind wie die Seitenborsten und mit ungemein zarten Enden ausgestattet sind. Im Gegensatz zu diesen sind die Borsten des zweiten Paares sehr kurz, kürzer als die Genitalborsten. Das dritte Borstenpaar wird von Borsten gebildet, die unbedeutend kürzer als die Seitenborsten und auffallend steif sind. Der Schwanzlappen ist wenig entwickelt und trägt kurze, fädliche Schwanzborsten, die kaum den vierten Teil der Körperlänge messen und von ungemein zarten, sehr kurzen Nebenborsten begleitet werden. Diese scheinen sehr hinfällig zu sein, da sie an manchen Exemplaren vergeblich gesucht werden.

Epigynium 0·018 *mm* breit, halbkugelig, mit wahrscheinlich glatter Deckklappe. Genitalborsten grundständig, kurz, wenig länger als die Bauchborsten des zweiten Paares. Eier rund.

Epiandrium 0·015 *mm*, flach bogenförmig.

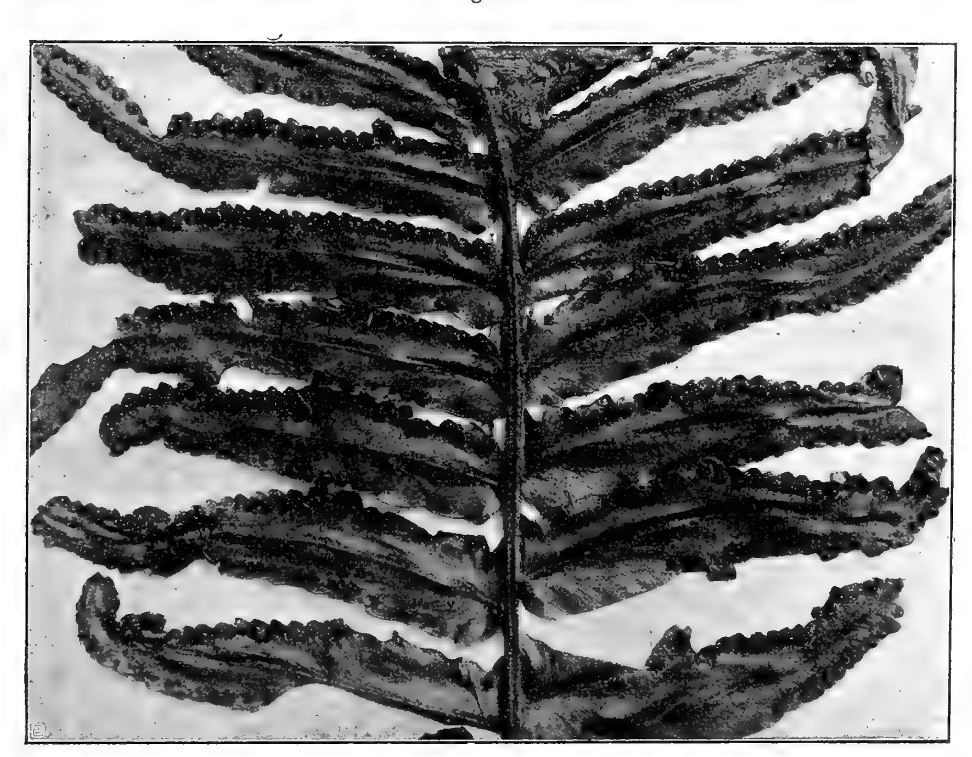
Mittlere Länge des Weibchens 0 18 *mm*, mittlere Breite 0·03 *mm*.

Mittlere Länge des Männchens 0·12 *mm*, mittlere Breite 0·032 *mm*.

Die auffallenden Gallen, welche *E. pauropus* am Blattrand der Fiederblättchen von *Nephrolepis hirsutula* Presl hervorbringt (siehe die untenstehende Abbildung) haben einige Ähnlichkeit mit den Blattrandrollungen gewisser Weidenarten. Zur sicheren morphologischen Deutung derselben wäre freilich die Kenntnis ihrer Entwicklung notwendig; leider fehlen in dem mir zu Gebote stehenden Untersuchungsmaterial die ersten Entwicklungsstadien des Cecidiums und ich muß meine Beschreibung auf die Untersuchungsergebnisse von Gallen beschränken, die in ihrer Entwicklung bereits weit vorgeschritten waren.

Fig. 14.





Die von *E. pauropus* hervorgerufenen Gallen treten ausschließlich am Rande der Fiederblättchen teils einzeln, teils zu 2 oder 3 hintereinander auf; in letzterem Falle verschmelzen sie nicht selten untereinander zu ballenförmigen Massen, die sich über einen großen Teil des Randes erstrecken. Bei starker Infektion wird das ganze Fiederblättchen in die Deformation einbezogen und in einen formlosen höckerigen Klumpen verwandelt. Die Gallen haben die Gestalt rundlicher Knoten oder von einfachen oder regellos gebogenen Randwülsten, die sich meist stark über die Blattfläche erheben. Sie können eine bedeutende Größe erreichen; Randwülste von 4 bis 6 *mm* Länge sind gewöhnlich, solche von 10 *mm* Länge und darüber nicht selten. Aber auch ihr Querdurchmesser ist beträchtlich (1 bis 6 *mm*). Da jedoch die Wülste gewöhnlich keine regelmäßig zylindrische Gestalt haben, sondern in ihrem Verlaufe knotig aufgetrieben sind, schwankt derselbe selbst bei derselben Galle in weiten Grenzen (Taf. III, Fig. 12).

Die Oberfläche der Wülste weist meist mehr oder weniger tiefe, den Seitennerven entsprechende Querfurchen auf und erscheint dem unbewaffneten Auge haarlos; aber schon bei schwacher Vergrößerung lassen sich an der Unterseite vereinzelte gegliederte Haare erkennen. Der Eingang in den Gallenraum jüngerer Mißbildungen liegt längs des Blattrandes in der Einkrümmung des Gallenkörpers; durch einseitiges Wachstum desselben wird er aber gewöhnlich aus seiner normalen Lage verdrängt und erhält eine völlig unregelmäßige Gestalt: bald erscheint er als eine kraterförmige Vertiefung, bald als unregelmäßig

gewundener Spalt mit vielfach eingekerbten und zerklüfteten Rändern, welche von langen borstenartigen Haaren ziemlich stark besetzt sind.

Ein Querschnitt durch die Galle lehrt, daß wir es hier nicht mit einer einfachen Einrollung und Verdickung des Blattrandes zu tun haben. Der Angriff des Parasiten erfolgt augenscheinlich am Blattrand und veranlaßt eine starke lokale Gewebswucherung, wobei sich die Blattspreite auffällig verdickt und gleichsam in zwei den beiden Blattflächen entsprechende Lamellen, eine obere und untere, spaltet. Diese wölben sich anfangs etwas über die Blattfläche vor, nähern sich aber wieder einander, so daß sich ihre ein wenig nach einwärts gerollten Außenränder aneinanderlegen und zwischen sich einen engen, unregelmäßigen, von mehrzelligen, steifen Haaren geschlossenen Zugang zum Galleninneren freilassen. Dadurch kommen im einfachsten Falle taschenartige Bildungen zustande, die aber durch ungleichmäßiges Wachstum einzelner Partien des hypertrophierten Gewebes mannigfache, zum Teil sehr verwickelte Formen annehmen.

Die Gallenwand ist stark verdickt und zeigt eine auffallende Sonderung ihres Gewebes in eine äußere farblose und eine innere rötlichbraune, den Gallenraum begrenzende Schichte (Alkoholmaterial). Bei genauerem Zusehen gewahrt man, daß sich die Epidermis samt der unter derselben gelegenen Zellschicht über die Oberfläche der Galle hinzieht und durch Vermehrung und Vergrößerung ihrer Zellelemente die oben erwähnte Außenschicht der Zellwand liefert. Sowohl die Zellen der Epidermis als auch die des darunterliegenden Gewebes erfahren dabei eine Vergrößerung und Streckung. Am Galleneingang wachsen die Epidermiszellen zu vielgestaltigen, vielzelligen Haargebilden aus. Die innere rötliche Schichte ist weit mächtiger entwickelt; sie bildet die Hauptmasse der Gallenwand und grenzt sich gegen die Außenwand scharf ab; an ihrer Oberfläche ist eine zusammenhängende Epidermis nicht zu erkennen. Diese Schichte besteht aus einem an Intercellularräumen armen, parenchymatischen Gewebe, welches von relativ großen, in der Wachstumsrichtung gestreckten Zellen gebildet wird, deren Wand eine blasse, rötlichgelbe Färbung zeigt.

Auf der Innenseite der Galle erheben sich zahlreiche einfache, meist aber vielfach verzweigte Emergenzen, die in die Gallenhöhle hineinragen und aus isodiametrischen, stark gebräunten Zellen bestehen. Sie sind mit mehrzelligen, gewöhnlich verzweigten Haaren besetzt und stehen so gedrängt, daß zwischen ihnen nur enge, vielgewundene Gänge und Spalten frei bleiben, in welchen die Gallmilben leben (Taf. III, Fig. 8). — Insel Upolu. Bei Malifa an offenen Stellen in ehemaligen Pflanzungen. Verbreitet. (Juli 1905).

*Eriophyes cingulatus Nal.

(Taf. III, Fig. 3, 4 und 13.)

Körper gestreckt, zylindrisch. Schild halbkreisförmig, glatt, die Hüftglieder des ersten und zweiten Beinpaares unvollständig bedeckend. Rückenborsten etwas kürzer als der Schild, sehr zart und nach hinten gerichtet. Höcker derselben klein, rundlich, randständig und ziemlich weit von der Mitte abstehend.

Rüssel ziemlich kurz (0·018 *mm*), schwach gebogen und schräg nach vorn gerichtet. Rüsselborsten ziemlich lang. Beine kurz, undeutlich gegliedert; die beiden Fußglieder kurz und fast gleich lang. Kralle des zweiten Beinpaares etwas länger als die des ersten Beinpaares, fast gerade und nur an der Basis schwach gekrümmt. Fiederborste fünfstrahlig. Innenborsten des letzten Fußgliedes sehr schwach. Sternum einfach, kurz, die inneren Epimerenwinkel nicht erreichend. Brustborsten des ersten Paares etwas hinter dem Vorderende des Sternums, die des zweiten Paares knapp an den inneren Epimerenwinkeln inseriert.

Abdomen zylindrisch und auffallend breit geringelt; man zählt an der Rückenseite ungefähr 50 Ringe, deren Breite zwischen 0·0028 und 0·0029 *mm* schwankt. Auch die Bauchseite ist entsprechend breit gefurcht, so daß die Mehrzahl der Ringe vollständig ist. Die Punktierung ist sehr grob; auf der Rückenseite sind die Höcker nicht punktförmig, sondern kurze, dicht stehende Leisten, die nur den unmittelbar vor dem Schwanzlappen gelegenen (10 bis 12) Ringen auf der Rückenseite fehlen. Die Bauch-

seite zeigt punktförmige Höcker und im allgemeinen eine grobe Punktierung. Auffallend ist die Kürze und Feinheit sämtlicher Abdominalborsten; die kräftigsten und längsten von denselben sind die Borsten des dritten Paares. Sie erreichen die Länge des Schildes und sind steif. Die Seitenborsten sind hinter dem Epigynium inseriert, sehr zart und etwa von halber Schildlänge; etwa ebenso lang sind die Borsten des ersten Paares. Dagegen sind die des zweiten Paares ungemein kurz. Die Schwanzborsten sind fädlich und erreichen kaum den vierten Teil der Körperlänge; Nebenborsten fehlen.

Epigynium auffallend flach, trichterförmig, 0·019 *mm* breit. Genitalborsten grundständig, nahe aneinander gerückt, sehr kurz, etwa so lang wie die Bauchborsten des zweiten Paares.

Epiandrium ungemein schmal, 0·008 *mm* breit.

Mittlere Länge des Weibchens 0·17 *mm*, mittlere Breite 0·032 *mm*.

Mittlere Länge des Männchens 0·11 *mm*, mittlere Breite 0·03 *mm*.

E. cingulatus ist eine Art, welche von den bisher beobachteten Eriophyesarten in mehrfacher Beziehung abweicht: durch die auffallend breite Ringelung des Abdomens an der Bauch- und Rückenseite, die ungemein kurzen und zarten Abdominalborsten, durch das sehr flache Epigynium und endlich die porusförmige Gestalt des Epiandriums. Sie verursacht auf *Eugenia Wightiana* Wight Knospendeformation und Zweigwucherungen von strauchartigem Aussehen; dadurch kommen dicht verzweigte, bis kopfgroße, rundliche Büsche zustande, die mit den sogenannten Hexenbesen zu vergleichen sind. Die Knospen werden durch den Parasiten in ihrer Entwicklung gehemmt; sie bleiben geschlossen und sind in Größe und Gestalt von den normalen Knospen nur wenig verschieden. Unterhalb derselben bilden sich Adventivknospen, die größtenteils wieder von Milben besiedelt werden; sie bleiben klein und entfalten sich nicht. Einzelne dagegen wachsen zu kurzen, selten über 1 *cm* langen Trieben aus, die manchmal verdickt sind und die Vergrößerung der Büsche besorgen. Bleiben solche Triebe schwach und ihre Internodien unentwickelt, so kommt es zur Bildung von kurzen, mit Knospen dicht besetzten Seitenzweigen (Taf. III, Fig. 13).

An den abnormalen Ästchen dieser Büsche werden niemals Laubblätter entwickelt; zerstreut treten braune schuppenartige, zu Brakteen reduzierte Blättchen auf. Auch die in den Knospen eingeschlossenen Blattanlagen zeigen einen ähnlichen Charakter: sie sind rotbraun, dünnhäutig und von den sie umgebenden Knospenschuppen kaum zu unterscheiden. Epidermale Wucherungen oder andere hypertrophische Bildungen sind an denselben nicht zu sehen.

Dieses Cecidium sammelte Dr. Rechinger auf Ceylon, Kandy, im November 1905.

Einige Büsche waren von Schmetterlingsraupen[1] bewohnt, welche dieselben mit einem dichten Gespinst umgaben und die Knospen zerfraßen.

Fée (Mémoire sur le groupe des Phylleriées etc. Paris et Straßbourg 1834, p. 32) beschreibt ein *Erineum semivestitum* von *Eugenia punctata* Vahl. auf Guadeloupe.

*Phyllocoptes Rechingeri Nal.

(Taf. III, Fig. 6 und 7.)

Körper gestreckt, dorsalwärts stark abgeflacht. Schild groß, breit, über dem Rüssel vorgezogen, ohne deutliche Zeichnung; Seitenränder stark nach außen gebogen und das erste und zweite Beinglied fast vollständig bedeckend. Schildborsten sehr kurz (0·005 *mm*), auffallend weit von der Mittellinie entfernt, in den hinteren Schildecken etwas vor dem Hinterrand des Schildes sitzend. Borstenhöcker schwach kugelig.

Rüssel kurz (0·024 *mm*), kräftig, nach abwärts gerichtet und von dem vorgezogenen Vorderrand des Schildes vollkommen bedeckt. Rüsselborste ziemlich lang.

---

[1] Nach Angabe Professor Rebel's gehören dieselben einer Pyralide an.

Beine schlank, deutlich gegliedert, das vorletzte Fußglied fast doppelt so lang als das letzte, beide deutlich schwächer als die Beinglieder. Kralle kurz, stark gebogen und geknöpft. Fiederborste an dem vorliegenden Material nicht gut erhalten, sehr klein, wahrscheinlich vierstrahlig. Sternum lang, einfach, bis an die inneren Epimerenwinkel reichend. Brustborsten des ersten Paares sehr kurz und zart, in der Höhe des vorderen Sternalendes inseriert, zweites Brustborstenpaar etwas vor den Epimerenwinkeln sitzend.

Abdomen in der Regel bedeutend schmäler als der Schild, dorsalwärts abgeflacht oder schwach eingesenkt. Rückenhalbringe 26, schmal, glatt. Bauchseite fein gefurcht, glatt, manchmal gegen den Schwanzlappen zu undeutlich punktiert. Schwanzlappen klein, schwache fädliche Schwanzborsten, die etwa ein Viertel der Körperlänge messen, tragend. Seitenborsten in der Höhe des Epigyniums sitzend, etwas kürzer als der Rüssel, sehr zart. Bauchborsten des ersten Paares doppelt so lang wie diese, die des zweiten Paares etwa so lang wie die Seitenborsten und die Bauchborsten des dritten Paares, welche jedoch stärker sind als die des zweiten Paares.

Epigynium fast trichterförmig, 0·02 *mm* breit. Deckklappe fein gestreift. Genitalborsten seitenständig, etwas länger als das Sternum.

Epiandrium bogenförmig, schmal, 0·012 *mm* breit.

Mittlere Länge des Weibchens 0·16 *mm*, mittlere Breite 0·057 *mm*.

Mittlere Länge des Männchens 0·12 *mm*, mittlere Breite 0·045 *mm*.

Phyllocoptes Rechingeri lebt als Inquiline in den Gallen von *E. samoensis* auf *Spiraeanthemum samoense* A. Gray.

* **Oxypleurites bisetus** Nal.

(Taf. III, Fig. 5).

Körper gedrungen, ventralwärts stark abgeflacht, dorsalwärts mäßig gewölbt, quer über den Schildhinterrand am breitesten, dann stark sich nach hinten verjüngend. Schild groß, etwa ein Drittel der Körperlänge messend, fast rechteckig, den Rüssel und einen großen Teil der Beine bedeckend, schwach gewölbt, ohne deutliche Zeichnung; Vorderrand mit zahnartigem Vorsprung über dem Rüssel. Die Schildborsten stehen nicht am Hinterrand, sondern abweichend von allen bisher bekannten Formen auf großen Höckern am Vorderrand und sind nach vorne gerichtet, ziemlich kurz, steif.

Rüssel kurz, kräftig, nach abwärts gerichtet und vom Vorderrand des Schildes vollkommen bedeckt.

Beine ziemlich kurz, die des zweiten Paares auffallend stärker. Endglied des Fußes kurz, vorletztes Glied ungefähr doppelt so lang wie dieses. Fiederborste sehr klein, undeutlich, vielleicht vierstrahlig. Kralle stark gebogen, geknöpft; auch die sonst schwach entwickelte Borste des vorletzten Fußgliedes reicht bis zur Fiederborste, ist steif und geknöpft. Sternum fehlt, die Epimeren nach hinten nicht geschlossen. Erstes Paar der Brustborsten sehr kurz und weit nach vorne gerückt, die Brustborsten der beiden anderen Paare fast in einer geraden Linie stehend.

Abdomen nach hinten sich stark verjüngend, dorsalwärts mäßig gewölbt, ventralwärts stark abgeflacht, breit gefurcht, glatt oder entfernt punktiert. Erster bis zehnter Rückenhalbring breit, an den Seiten zahnartig vorspringend, die 4 bis 5 vor dem Schwanzlappen gelegenen Ringe sind vollständig und schmal. Schwanzlappen klein. Schwanzborsten sehr kurz, zart, fädlich. Nebenborsten fehlen. Seitenborsten etwa $1^1/_2$ mal so lang wie die Schildborsten, sehr steif. Die Bauchborsten des ersten und zweiten Paares fehlen; die Bauchborsten des dritten Paares etwas länger als die Schildborsten und steif.

Epigynium weit nach hinten gerückt, groß (0·025 *mm*), halbkugelig. Deckklappe glatt. Genitalborsten grundständig, etwa halb so lang wie die Schildborsten.

Die Nymphe hat eine auffallende Gestalt; der Schild ist fast eiförmig und springt an den Hinterecken zahnartig vor. Der Vorderrand desselben ist nur mäßig vorgewölbt. Das Abdomen ist fast ebenso lang wie der Schild, schmal, vom Cephalothorax scharf abgesetzt, breit geringelt. Die vorderen Rückenhalbringe seitlich schwach zahnartig vorspringend.

Mittlere Länge des Weibchens 0·15 *mm*, mittlere Breite 0·08 *mm*.

Männchen unbekannt.

O. bisetus traf ich sehr vereinzelt in den Blattausstülpungen von *Hibiscus rosa sinensis* L. Von den bisher bekannten europäischen Arten der Gattung *Oxypleurites* weicht die beschriebene Art in einigen Merkmalen auffallend ab, so in der bisher noch bei keinem Eriophyiden beobachteten Stellung der Rückenborsten, in dem Mangel der Bauchborsten des ersten und zweiten Paares, endlich in der abweichenden Ausbildung der Epimeren.

O. bisetus fand ich bereits in dem Gallenmaterial, das Herr C. H. Knowles im Jahre 1905 in der Umgebung von Suva (Fidji) sammelte (cf. Journ. Econom. Biol., Birmingham 1906, 1, p. 150).

Übersicht der Arten.

Pteridophytae.

Nephrolepis hirsutula Presl.: Spärlich behaarte, höckerige Randwülste und Randknoten an den Fiederblättchen *Eriophyes pauropus* Nal.

Insel Upolu.

Malvaceae.

Hibiscus rosa sinensis L.: Verschieden gestaltete, meist grüne Ausstülpungen der Blattspreite nach oben, seltener nach unten, unterseits mit dichtem Haarfilz ausgekleidet; außerdem dicht behaarte, kugelige bis warzenförmige, ungestielte Gallen an den Stengeln, den Stielen und Nerven der Blätter

Eriophyes hibisci Nal.

Als Inquiline: *Oxypleurites bisetus* Nal.

Insel Upolu.

Hibiscus tiliaceus: Kugelige, auf beiden Seiten der Blattspreite vorspringende, innen haarlose Gallen mit engem Eingang an der Unterseite (1 bis 3 *mm*) *Eriophyes hibiscitileus* Nal.

Insel Upolu, Insel Savaii.

Myrtaceae.

Eugenia Wightiana Wight: Hexenbesenartige, dicht verzweigte Büsche infolge von Knospen deformation und abnormer Zweigwucherung *Eriophyes cingulatus* Nal.

Insel Ceylon.

? Rutaceae.

?*Evodia:* Unbehaarte, dünnwandige, warzen- bis beutelförmige, innen haarlose Blattgallen mit ziemlich weitem, von steifen Haaren geschlossenem Eingang auf der Unterseite *Eriophyes aboecus* Nal.

Insel Upolu.

Cunoniaceae.

Spiraeanthemum samoense H. Gray: Kleine, derbwandige, halbkugelige Blattgallen mit ziemlich weitem, von Haaren besetztem Eingang an der Unterseite und haarloser, durch Emergenzen unregelmäßig gestalteter Gallenhöhle. *Eriophyes samoensis* Nal.

Als Inquiline: *Phyllocoptes Rechingeri* Nal.

Insel Upolu.

Convolvulaceae.

Ipomoea denticulata Choisy: Kugelige, beiderseits vorspringende, außen unbehaarte, meist grüne Blattgallen mit engem Eingang an der Unterseite und einer durch zahlreiche Emergenzen unregelmäßig gestalteten Höhle. Außer diesen Blattgallen bisweilen ungestielte kugelige, oft zu unregelmäßigen Massen verwachsene Gallen von beträchtlicher Größe an Stengeln und Blattstielen. *Eriophyes altus* Nal.

Insel Upolu.



VII. KRITISCHES VERZEICHNIS DER BISHER VON DEN SAMOAINSELN BEKANNTEN ORTHOPTEREN.

Von Karl Holdhaus.

Dr. Rechinger brachte von seiner Reise nach den Samoainseln eine reichhaltige und ungemein interessante Ausbeute an Orthopteren mit, die er dem Wiener Hofmuseum spendete. Mit besonderem Interesse übernahm ich die Bearbeitung dieses Materials, das dem Sammeleifer und der Sammeltüchtigkeit Dr. Rechinger's und seiner Gemahlin ein schönes Zeugnis ausstellt.

In Anbetracht des hohen Interesses, das die Landfauna der polynesischen Inseln bietet, bemühte ich mich, in dem folgenden Verzeichnis einen möglichst vollständigen Überblick über die bisher von Samoa bekannten Orthopteren zu geben. Ich sammelte daher alle in der Literatur enthaltenen Angaben über samoanische Orthopteren und unterzog nicht nur die Ausbeute Dr. Rechinger's, sondern auch alles mir anderweitig zugängliche Material an Orthopteren von den Samoainseln einer kritischen Durcharbeitung. Mir lag folgendes Material zur Bearbeitung vor:

1. Die Ausbeute Dr. Rechinger's.

Rechinger sammelte auf den Samoainseln in der Zeit vom 15. Mai bis Ende August 1905. Die gesammelten Orthopteren stammen teils von der Insel Upolu, teils von der Insel Savaii; beide Inseln wurden von Dr. Rechinger nach den verschiedensten Richtungen durchquert.

2. Das in der (jetzt im Besitze des Wiener Hofmuseums befindlichen) Sammlung Brunner v. Wattenwyl enthaltene Material an samoanischen Orthopteren. Hofrat Brunner stand seinerzeit in reger Verbindung mit dem ehemaligen Museum Godeffroy in Hamburg und determinierte einen großen Teil der Orthopteren, welche von den Sammlern Godeffroy's auf den polynesischen Inseln erbeutet wurden. Leider scheint es, daß die Provenienzangaben der aus dem Museum Godeffroy stammenden Exemplare nicht in allen Fällen volles Vertrauen verdienen. Es scheinen einzelne Fundortverwechslungen vorgekommen zu sein. Die große Mehrzahl der Provenienzangaben des Museums Godeffroy ist jedoch zweifellos korrekt; dies beweist der Umstand, daß viele der vom Museum Godeffroy aus Samoa angegebenen Orthopteren auch von Dr. Rechinger wieder gefunden wurden.

3. Das samoanische Material des Hamburger Museums, das mir von Kustos Dr. M. v. Brunn freundlichst zur Bearbeitung überlassen wurde. Dieses Material stammt größtenteils aus den Beständen des ehemaligen Museums Godeffroy; einige wenige Exemplare wurden in neuerer Zeit von Dr. Reinecke auf Samoa gesammelt und dem Hamburger Museum überlassen.

I. Der Charakter der Samoaner Orthopterenfauna.

Das folgende Verzeichnis führt 56 Orthopterenspezies von den Samoainseln an, von denen allerdings fünf Arten nicht vollständig sichergestellt sind und einer weiteren einwandfreien Bestätigung ihres Vorkommens bedürfen. Die Orthopterenfauna der Samoainseln ist naturgemäß durch vorliegende Liste

keineswegs erschöpft und spätere Aufsammlungen werden jedenfalls noch zur Auffindung einer Anzahl bisher unbekannter Formen führen. Daß wir indes mit der Zahl von 56 Arten bereits einen erheblichen Teil der Orthopterenfauna Samoas kennen, scheint mir daraus hervorzugehen, daß auch auf den ein viel ausgedehnteres Areal einnehmenden, durch Perkins sehr gut explorierten, an Kleintieren ungemein reichen Hawaiinseln nicht mehr als 78 Arten (einschließlich der importierten) aufgefunden wurden.

Unsere Kenntnis der Orthopterenfauna der polynesischen und mikronesischen Inselwelt ist leider noch sehr lückenhaft. Nur die Fauna der Hawaiinseln ist genau bekannt und von Perkins in der »Fauna Hawaiensis« sorgfältig bearbeitet. Für alle übrigen Inseln fehlen bisher ähnliche Arbeiten und unsere Kenntnis der Orthopterenfauna dieser Inseln beschränkt sich auf zahlreiche in der Literatur verstreute einzelne Angaben. Die Zusammenstellung einer Orthopterenfaunula der Samoainseln ergab daher nach mehreren Richtungen interessante zoogeographische Aufschlüsse.

Über den Charakter der Orthopterenfauna der Samoainseln läßt sich folgendes sagen:

1. Die Orthopterenfauna der Samoainseln zeigt in ihrer Zusammensetzung innige Beziehungen zu der Orthopterenfauna der melanesischen Inseln, hingegen nahezu keinerlei Beziehungen zu der Orthopterenfauna des australischen Festlands und Neuseelands. Die melanesischen (und teilweise selbst indonesischen) Affinitäten der Orthopterenfauna der Samoainseln kommen zum Ausdruck in der geographischen Verbreitung oder den verwandtschaftlichen Beziehungen der folgenden Arten: 2. *Labia flavicollis* Borm., 6. *Sphingolabis hawaiiensis* Borm., 15. *Polyzosteria nitida* Br., 18. *Methana flavicincta* Haan, 24. *Panesthia serratissima* Br., 29. *Nesotettix samoensis* Holdh., 30. *Epacromia tamulus* Fab., 32. *Acridium* aff. *melanocorne* Serv., 33. *Anaulacomera insularis* Stål, 35. *Conocephalus gracilis* Redtb., 36. *Salomona suturalis* Redtb., 37. *Xiphidium affine* Redtb., 38. *Xiphidium modestum* Redtb., 41. *Rhaphidophora Rechingeri* Holdh., 50. *Cyrtoxiphus maritimus* Sauss., 54. *Cardiodactylus Novae-Guineae* Haan. Alle diese Arten weisen auf einen ehemaligen Faunenaustausch zwischen Melanesien und Samoa hin.

Ausgesprochene australische Beziehungen der Samoaner Fauna kämen nur in der Verbreitung von drei Arten zum Ausdruck: 17. ? *Cosmozosteria bicolor* Sauss., 26. *Graeffea coccophaga* Newp. 55. *Piestodactylus brevipennis* Sauss.

Für alle diese drei Arten liegt die Wahrscheinlichkeit rezenter Verschleppung vor, das Vorkommen der *Cosmozosteria* und wohl auch des *Piestodactylus* auf Samoa ist außerdem noch nicht mit voller Sicherheit festgestellt.

Einige weitere in Australien und Samoa lebende Arten sind auch über ganz Melanesien verbreitet und können daher nicht als australische Elemente angesprochen werden.

Eine größere Anzahl von Arten (2. *Labia flavicollis* Borm., 3. *Labia Rechingeri* Holdh., 5. *Chelisoches Lilyanus* Holdh., 12. ? *Temnopteryx obscura* Sauss., 14. *Loboptera maculicornis* Holdh., 29. *Nesotettix samoensis* Holdh., 31. *Acridium stercorarium* Holdh., 33. *Anaulacomera insularis* Stål., 36. *Salomona suturalis* Redtb., 40. *Teuthras pallidus* Walk., 41. *Rhaphidophora Rechingeri* Holdh., 42. *Gryllacris oceanica* Le Guill., 44. *Nemobius grandis* Holdh., 46. *Gryllodes insularis* Holdh. 53. *Cyrtoxiphus* spec., 56. *Metrypus unicolor* Walk.) sind bisher ausschließlich von Samoa bekannt; wenigstens ein Teil dieser Arten dürfte sich wohl als endemisch bewähren.

Einige Arten kennt man nur von Samoa und den Fidschiinseln (19. *Stylopyga rotundata* Br., 27. *Graeffea minor* Br., 28. *Nisyrus spinulosus* Stål, 39. *Teuthras echinatus* Redtb., 51. *Cyrtoxiphus fulvus* Sauss). Die faunistischen Beziehungen zwischen Samoa und Fidschi scheinen überhaupt sehr innige; die Orthopterenfauna der Fidschi Inseln scheint indes viel artenreicher als jene von Samoa. Zwei Arten (6. *Sphingolabis hawaiiensis* Borm. und 13. *Loboptera extranea* Perkins) sind bisher nur von Samoa und den Hawaiinseln bekannt, mehrere Grylliden (43. *Nemobius dentatus* Sauss., 48. *Liphoplus Novarae* Sauss., 50. *Cyrtoxiphus maritimus* Sauss., 52. *Cyrtoxiphus musicus* Sauss.) verweisen auf anscheinend sehr enge Beziehungen der Samoanerfauna zu jener der ostpolynesischen Inseln (Rarotonga, Taiti).

Eine Anzahl jetzt auf Samoa lebender Arten verdanken ihr Vorkommen daselbst zweifellos rezenter Einschleppung durch den Menschen; wohl mit Gewißheit läßt sich rezente Einschleppung annehmen bei 1. *Anisolabis annulipes* Luc., 4. *Chelisoches morio* F., 7. *Sphingolabis bipartita* Kirby, 8. *Apterygida gravidula* Gerst., 9. *Phyllodromia germanica* L., 10. *Phyllodromia hieroglyphica* Br., 16. *Platyzosteria soror* Br., 20. *Periplaneta americana* L., 21. *Periplaneta Australasiae* F., 22. *Leucophoea surinamensis* L., 23. *Diploptera dytiscoides* Serv., 45. *Gryllus innotabilis* Walk. Es ist möglich, daß noch einige weitere Arten erst durch rezente Verschleppung nach Samoa gelangten.

2. Von Wallace und seiner Schule wird die Anschauung vertreten, daß die polynesischen Inseln niemals nach irgendeiner Richtung mit anderen Landmassen in Verbindung standen, und daher ihre Fauna und Flora ausschließlich auf dem Wege zufälligen Transportes über das Meer hinweg (mit Treibholz etc. oder auf dem Luftwege bei Orkanen) erhalten haben. Die Orthopterenfauna der Samoainseln (und ebenso der anderen polynesischen und mikronesischen Vulkaninseln, von denen Orthopteren bekannt sind) scheint mir dieser Hypothese nicht günstig. Es scheint mir nicht denkbar, daß beispielsweise die zahlreichen ungeflügelten Arten dieser Inseln oder aber so unbeholfene Flieger, wie es auch viele geflügelte Phasmiden oder Locustiden sind, auf so enorme Distanzen über das Meer hinweg nach Polynesien gelangt sein sollten. Man denke an ungeflügelte Arten wie *Nisyrus, Rhaphidophora, Liphoplus* etc. Daß diese Arten (oder ihre Vorfahren) aber bereits ungeflügelt waren zu der Zeit, als sie nach den polynesischen Inseln gelangten, geht daraus hervor, daß viele dieser Formen entweder auch am Festland konstant ungeflügelt sind oder aber systematischen Kategorien angehören, deren sämtliche Vertreter der Flügel entbehren. So gehört die ungeflügelte, bisher nur von Samoa bekannte *Rhaphidophora Rechingeri* Holdh. einer Gattung an, die — über die orientalische und australische Region weit verbreitet — ausschließlich ungeflügelte Repräsentanten enthält; die ganze Subfamilie der Stenopelmatiden, der das Genus angehört, enthält überhaupt fast ausnahmslos ungeflügelte Formen. Die Gattung *Nisyrus* enthält ausschließlich (im ♀ Geschlecht) ungeflügelte Arten und auch die nächstverwandten Genera sind mit Ausnahme einiger weniger, sehr schlecht fliegender Formen ungeflügelt.

Ähnliches gilt für sehr viele andere flugunfähige Insekten Polynesiens. Eine Immigration aller dieser Faunenelemente auf dem Wege zufälliger Verschlagun g über das Meer hinweg scheint mir um so weniger wahrscheinlich, als auch der Verlauf der Meeres- und Luftströmungen im Pacific mit den Verbreitungswegen der polynesischen Tierwelt in keiner Weise in Einklang gebracht werden kann. Mit Ausnahme der Hawaiinseln, deren Fauna äußerst eigenartig ist und ihre Herkunft kaum mehr erkennen läßt, zeigen anscheinend alle polynesischen Inseln bis zu den fernen Gesellschaftsinseln denselben typisch-melanesischen Gesamtcharakter der Fauna, den ich für die Orthopterenfauna der Samoainseln nachgewiesen habe. Dasselbe gilt für die Flora dieser Inseln. Die Immigration der Fauna nach Polynesien erfolgte also von Melanesien aus, das ist in der Richtung von West nach Ost. Die Meeres- und Luftströmungen im Gebiete der polynesischen Inselwelt sind aber im größten Teile des Areals und während des größten Teils des Jahres dieser Migrationsrichtung direkt entgegengesetzt.

3. Die Insektenfauna wohl aller polynesischen Inseln zeigt in ihrer Zusammensetzung eine sehr charakteristische Eigentümlichkeit: das weitgehende numerische Zurücktreten der frei auf Pflanzen lebenden Insekten im Vergleich zu jenen Formen, die ein verborgenes Dasein in der Erde, in faulenden Vegetabilien, im Holz etc. führen. In der Orthopterenfauna tritt diese Erscheinung in klarer Weise zutage. Die Familien der Forficuliden, Blattiden, Grylliden, deren Vertreter eine verborgene Lebensweise führen, sind auf Samoa reich vertreten. Diejenigen Familien, deren Vertreter zum größten Teil frei auf Pflanzen ihrer Nahrung nachgehen, also die Mantiden, Phasmiden, Acrididen, Locustiden, finden sich auf Samoa in ganz geringer Artenzahl, im Vergleich zu ihrer reichen Entfaltung in anderen Teilen der Tropen. Dasselbe Bild zeigt auch die Orthopterenfauna der Fidschinseln und in besonders akzentuierter Weise die Fauna der Hawaiinseln. Auch bei andern Insektenfamilien, speziell bei den Coleopteren, ist sowohl auf Samoa wie auf Hawai eine extrem restringierte Entwicklung der frei auf Pflanzen lebenden Formen zu beobachten,

während terrikole und andere, in faulenden Vegetabilien oder in Holz lebende Formen in reicher Mannigfaltigkeit vertreten sind. Ich vermute, daß diese eigenartige Erscheinung mit den Windverhältnissen der polynesischen Inseln zusammenhängt. Die oft durch Wochen mit unverminderter Heftigkeit wehenden Passatwinde scheinen es vielen auf Pflanzen lebenden Arten nicht zu gestatten, ihrer Nahrung nachzugehen, da die Tiere durch den Wind stetig von den Pflanzen heruntergeweht werden. Ob freilich die rezenten Windverhältnisse zur Erklärung der erwähnten Erscheinung vollständig ausreichen, bedarf genauerer Untersuchung. Der große Regenreichtum vieler polynesischer Inseln bietet keine Erklärung für die Armut der Blatt- und Blütenfauna; die ungemein regenreichen tropischen Wälder des Malaiischen Archipels beherbergen sogar eine äußerst reiche derartige Fauna.

Von den jetzt auf den polynesischen Inseln vorkommenden, frei auf Pflanzen lebenden Orthopteren zeigen anscheinend viele besondere Anpassungen, die ihnen ein Anklammern an vom Winde geschüttelte Zweige oder Blätter ermöglichen. Die *Orthoptera Saltatoria* können diesen Zweck in zweifacher Weise erreichen, entweder durch Vergrößerung der Haftflächen an der Unterseite der Tarsenglieder oder durch Ausbildung von Dornen an den Beinen oder auch dornartiger Fortsätze an der Brust, die bei Umklammerung eines Zweiges ein Festhalten ermöglichen. Den ersten Typus zeigen die Arten der auf Hawai beschränkten Conocephalidengattung *Brachymetopa,* deren Tarsenglieder eine recht auffallende Verbreiterung aufweisen.

Der zweite Typus erfährt seine markanteste Ausbildung in dem Conocephaliden-Genus *Teuthras.* Bei *Teuthras* tragen die Vorder- und Mittelbeine an der Unterseite von Schenkel und Schiene sehr lange Dornen. Wenn sich die Beine brustwärts kreuzen, so bilden diese Stacheln ein System einander entgegenstarrender Spitzen, die einen vorzüglichen Klammerapparat darstellen müssen (cf. Redtenbacher, Verh. Zool. bot. Gesellsch. Wien, 1891, Monogr. Conoceph., Fig. 96). Die Gattung zeigt eine bemerkenswerte Verbreitung: Westafrika, Insel Rodriguez, Nicobaren, Borneo, Java, Christmasinsel bei Java, Philippinen, Neuguinea, Salomonen, Fidschi, Samoa, Tahiti, Woodlarkinsel (?); eine Bevorzugung ozeanischer Inseln macht sich deutlich bemerkbar. Auch die in Polynesien vertretenen Locustidengattungen *Salomona* und *Gryllacris* zeigen starke Bedornung der Beine. Diese Bedornung findet sich übrhaupt bei einer Anzahl von Locustiden in kräftiger Ausbildung; Formen mit solchen Klammerapparaten scheinen bessere Chancen zu haben, auf ozeanischen Inseln zu persistieren, als Arten mit minder differenzierten Beinen.

II. Verzeichnis der Arten.

Forficulidae.

Bisher sind 8 Forficulidenarten von den Samoainseln bekannt. Vier von diesen Arten sind vielfach verschleppte Kosmopoliten; hingegen liegt für die restlichen vier Arten kein Grund vor, an rezente Verschleppung zu denken. Wie fast alle Forficuliden, dürften wohl auch die Arten von Samoa ausnahmslos ein verborgenes Dasein unter Steinen, faulenden Vegetabilien etc. führen.

*1. Anisolabis annulipes Luc.

Bormans, Tierreich, Forficul., 48.

Upolu, Savaii. Je 1 Exemp. (Dr. Rechinger).

Verbreitung: Vielfach verschleppter, über den größten Teil der Erde verbreiteter Kosmopolit.

2. **Labia flavicollis** Borm.

Bormans, Ann. Mag. Nat. Hist., 7. ser., vol. XI, 1903, 235

»Iles Samoa«, 1 ♂, coll. Dohrn« (Bormans l. c.)

Verbreitung: Bisher nur von den Samoainseln bekannt. Nach Bormans mit *L. curvicauda* Motsch. von Ceylon, Birma und Indonesien zunächst verwandt. — Die Art liegt mir nicht vor.

*3. **Labia Rechingeri** Holdh. nov. spec.

Upolu. 1 ♂, 2 ♀ (Dr. Rechinger).

Verbreitung: Bisher nur von den Samoainseln bekannt; der vorigen Art anscheinend nahe verwandt.

*4. **Chelisoches morio** F.

Bormans, Tierreich, Forficul., 85.

Upolu, Savaii. In Anzahl (Dr. Rechinger).

Dr. Rechinger fand die Art »in den Spathen einer *Heliconia*-Art nach dem Abblühen und Verfaulen der Blütenteile«.

Verbreitung: Vielfach verschleppte, über einen großen Teil der Erde verbreitete Art.

*5. **Chelisoches Lilyanus** Holdh. nov. spec.

Upolu. 1 ♀ (Dr. Rechinger).

Nach Mitteilung Dr. Rechinger's in Gesellschaft der vorigen Art.

Verbreitung: Bisher nur von den Samoainseln bekannt; die nächstverwandte Art, *Chelisoches pulchripennis* Borm., findet sich in Ostindien, Birma, Tenasserim.

*6. **Sphingolabis hawaiiensis** Borm.

Bormans, Tierreich, Forficul, 114.

Upolu. 1 ♂, 2 ♀.

Savaii. 1 ♀ (Dr. Rechinger).

Verbreitung: Hawaiinseln. — Die Exemplare von Samoa stimmen, abgesehen von eben merklich dunklerer Färbung und nur 12-gliedrigen Fühlern, vollständig mit der Form von den Hawaiinseln überein. Die Form von der Sundainsel Lombock, die Bormans l. c. mit *S. Hawaiiensis* vereinigt, ist dieser Art sehr nahestehend, aber keineswegs identisch.

7. **Sphingolabis bipartita** Kirby.

Bormans Tierreich, Forficul., 112. — Burr. Journ. Bombay Soc., XIV, 1902, p. 331.

Samoainseln. 1 ♂, 1 ♀ (Museum Hamburg, ex Mus. Godeffroy).

Verbreitung: Indien, Ceylon, Australien (Sidney, Port Denison, Koll. Br. v. W.). Jedenfalls verschleppt.

*8. **Apterygida gravidula** Gerst.

Bormans, Tierreich, Forficul., 117.

Upolu. 1 ♀.

Savaii. 1 ♀ (Dr. Rechinger).

Verbreitung: Über den größten Teil der Erde verschleppte Art.

Blattidae.

Das folgende Verzeichnis führt 16 Blattiden von den Samoainseln an. Von diesen Arten sind zwei (*Temnopteryx obscura* Sauss., *Cosmozosteria bicolor* Sauss.) nicht vollkommen sichergestellt, sieben weitere Arten sind durch den Menschen weithin verschleppt. Für die restlichen sieben Arten ist rezente Verschleppung nicht nachweisbar und bei den meisten dieser Formen wenig wahrscheinlich. — Wohl alle Arten von den Samoainseln führen ein verborgenes Dasein, zwei Arten wurden von Dr. Rechinger im Urwald in modernden Baumstämmen angetroffen.

*9. **Phyllodromia germanica** L.

Brunner, Syst. Blatt., 90.

Upolu. 2 Exemplare (Dr. Rechinger).
Verbreitung: Verschleppter Kosmopolit.

10. **Phyllodromia hieroglyphica** Br.

Brunner, Syst. Blatt., 105.

Upolu. 2 Exemplare.
Savaii. 1 Exemplar. (Dr. Rechinger).
Samoainseln. 2 Exempl. (Mus. Hamburg).

Verbreitung: Java, Borneo, Celebes, Neuguinea, Taiti, Hawai. Jedenfalls verschleppt.

11. **Phyllodromia** nov. spec.?

Samoa. 1 Exemplar (Koll. Br. v. W., Nr. 5401, ex Mus., Godeffroy).
Ein einzelnes Exemplar einer kleinen, einfarbig gelbbraunen Art, deren Determination mir nicht möglich war.

12. ? **Temnopteryx obscura** Sauss.

Saussure, Mélanges orthopt., I, 61.

»Habite: Les Indes Orientales; Samoa« (Saussure l. c.) — Saussure schreibt: »Je ne connais cette espèce que par un individu fort détérioré, mais qui cependant me parait encore bien caractérisé«. Auf dieses eine Exemplar bezieht sich also die oben zitierte eigenartige Provenienzangabe.

Auf *Loboptera extranea* und *maculicornis* läßt sich die Beschreibung Saussure's nicht beziehen. Hingegen paßt die Diagnose in den meisten Punkten auf *Stylopyga rotundata* Br.

*13. **Loboptera extranea** Perkins.

Perkins, Fauna Hawaiiensis, Orthopt., p. 6.

Upolu. 6 Exemplare (Dr. Rechinger).

Verbreitung: *Loboptera extranea* war bisher ausschließlich von den Hawaiinseln bekannt. Die Art lebt daselbst gewöhnlich im Bereiche menschlicher Wohnungen in Gesellschaft junger *Periplaneta Australasiae* und Perkins hält sie daher für verschleppt.

***14. Loboptera maculicornis** Holdh. nov. spec.

Upolu. 2 Exemplare (Dr. Rechinger).

Verbreitung: Bisher nur von den Samoainseln bekannt.

15. Polyzosteria (Melanozosteria) nitida Brunn.

Brunner, Syst. Blatt., 214.

Upolu. 5 Exemplare (Dr. Rechinger).
Samoainseln. 2 Exemplare (Dr. Reinecke leg., Mus. Hamburg).
Dr. Rechinger sammelte die Art »in den tiefsten Partien des Urwalds in modernden Baumstrünken«.

Verbreitung: Amboina, Ternate, Borneo, Neuguinea, Salomonsinseln (Isabelinsel, Mus. Vienn.); nach Kirby, Catal. Orthopt., I, 129, auch auf den Philippinen. Ich kann die Form von den Samoainseln äußerlich in keiner Weise von den mir vorliegenden Exemplaren von Ternate und Borneo unterscheiden. Den Kopulationsapparat konnte ich nicht untersuchen.

16. Platyzosteria soror Br.

Brunner, Syst. Blatt., 219.

Syn.: *Periplaneta semicincta* Walker, Cat. Blatt. Brit. Mus., 140.
»Navigators Isle« (Walker l. c.).

Verbreitung: Amboina, Ceram, Formosa, Tongainseln, Hawaiinseln; verschleppt.

17. ? Cosmozosteria bicolor Sauss.

Polyzosteria ligata Brunner, Syst. Blatt., 220.
(*P. marginata* Brunner in litt., Catal. Mus., Godeffroy, V, 41).
Samoainseln. 2 Exemplare (Mus. Hamburg, ex Mus. Godeffroy).
Verbreitung: Australien.

Die Art wurde auf den Samoainseln weder von Dr. Reinecke noch von Dr. Rechinger wieder gefunden, ihr Vorkommen daselbst scheint mir daher noch der Bestätigung zu bedürfen.

***18. Methana flavicincta** Haan.

Brunner, Syst. Blatt., 231.
Savaii. 1 ♀ (Dr. Rechinger).

Verbreitung: Java, Celebes.

***19. Stylopyga rotundata** Br. v. W.

Brunner, Syst. Blatt., 230.
Savaii. 1 ♂ (Dr. Rechinger).

Verbreitung: Fidschiinseln.

*20. Periplaneta americana L.

Brunner, Syst. Blatt., 232.

Upolu. In Anzahl (Dr. Rechinger).

Nach Mitteilung Dr. Rechinger's immer in Häusern.

Verbreitung: Über den größten Teil der Erde verschleppter Kosmopolit.

*21. Periplaneta Australasiae Fab.

Brunner, Syst. Blatt., 233.

Upolu. 5 Exemplare.

Savaii. 1 Exempl. (Dr. Rechinger).

Verbreitung: Verschleppter Kosmopolit.

*22. Leucophoea surinamensis L.

Brunner. Syst. Blatt. 278.

Upolu. 2 Exemplare (Dr. Rechinger).

Verbreitung: Über die wärmeren Teile der ganzen Erde verschleppt.

*23. Diploptera dytiscoides Serv.

Brunner, Syst. Blatt., 265.

Upolu. 1 Exemplar (Dr. Rechinger).

Verbreitung: Australien, Neuguinea, Neubritannien, Taiti, Hawaiiinseln; die Art ist jedenfalls verschleppt.

24. Panesthia serratissima Brunn.?

Brunner, Syst. Blatt., 394; Ann. Mus. Genova, XXXIII, 49.

Savaii. 1 ♀ (Dr. Rechinger).

Upolu. 1 ♂ (Koll. Br. v. W., ex Mus. Godeffroy).

Samoainseln. 2 Exemplare (leg. Gräffe, Mus. Hamburg, ex Mus. Godeffroy).

Verbreitung: Ternate, Keyinseln.

Ich vermag die Exemplare von den Samoainseln von Stücken der *Panesthia serratissima* nicht zu trennen. Doch ist das mir vorliegende Material nicht genügend, um volle Klarheit gewinnen zu lassen.

Mantidae.

An Mantiden liegt mir nur ein Exemplar vor, dessen Provenienz von den Samoainseln überdies nicht vollkommen sichergestellt ist. Die Familie ist in der polynesischen Inselwelt überhaupt äußerst spärlich vertreten; man kennt bisher nur wenige Arten von den Fidschiinseln (*Sphodropoda tristis* Sauss. Mélanges Orthopt., III, 241, angeblich auch in Australien; *Hierodula fuscescens* Blanch., Voyage Pole Sud, Zool., IV, 354, angeblich auch auf den Salomonen, auf Halmahera etc.). Von anderen Inselgruppen scheinen keine Mantiden bekannt zu sein. Die Hawaiinseln besitzen nur eine importierte Art (*Orthodera prasina* Burm.). Auch Neuseeland und Neucaledonien sind extrem arm an Mantiden.

25. Tenodera spec.

Die Kollektion Brunner v. Wattenwyl enthält ein einzelnes ♂ einer *Tenodera* mit der Provenienzangabe: Upolu (ex Mus. Godeffroy). Das Exemplar stimmt weitgehend überein mit Stücken der *T. superstitiosa* Sauss., Mél. orthopt., III, 247, an Fabr.? aus Australien und Indonesien. Die Speziessystematik der Gattung *Tenodera* ist noch ganz ungeklärt.

Außer diesem einen Exemplar sah ich keine Mantiden von den Samoainseln. Es wäre möglich, daß die Art daselbst importiert ist, oder daß die Provenienzangabe des vorliegenden Exemplares überhaupt unrichtig ist. Indes sagt mir Dr. Rechinger, er glaube sich zu erinnern, auf den Samoainseln ein tenoderaartiges Tier gesehen zu haben, das ihm jedoch entwischte.

Phasmidae.

Die Familie der Phasmiden ist wie auf allen polynesischen Inseln auch auf Samoa nur in äußerst geringer Artenzahl vertreten. Von den drei bisher bekannten Arten sind die zwei auf Kokospalmen lebenden Graeffeen wahrscheinlich importiert; die dritte Art, *Nisyrus spinulosus* Stål, dürfte an Baumrinden leben. Die Hawaiinseln besitzen keine Phasmiden; relativ am reichsten, aber gleichfalls noch auffallend artenarm ist die Phasmidenfauna der Fidschiinseln. — Außerhalb der ozeanischen Inseln zeigt die Familie in tropischem und subtropischem Klima großen Formenreichtum.

26. Graeffea coccophaga Newp.

Brunner und Redtenbacher, Die Insektenfam. der Phasmiden, 371.

Samoainseln (Saussure, Westwood, Mus. Dresden, Mus. Hamburg, Mus. Berlin, Mus. Stuttgart, — teste Redtenbacher l. c.).

Verbreitung: Australien, Neucaledonien, Fidschiinseln, Tongainseln, Cookinseln, Tahiti, Marquesas, Karolinen.[1] Die Art ist ein gefährlicher Schädling der Kokospalmen und jedenfalls vielfach verschleppt.

27. Graeffea minor Br.

Brunner und Redtenbacher, Insektenfam. d. Phasmiden, 372.

Upolu (Dr. Rechinger).

Samoainseln (Mus. Hamburg).

Nach Mitteilung Dr. Rechinger's fliegt die Art abends zum Licht.

Verbreitung: Fidschiinseln. — *Gr. minor* steht der *Gr. coccophaga* äußerst nahe und ist vielleicht nur eine Varietät dieser Art.

28. Nisyrus spinulosus Stål.

Brunner und Redtenbacher, Insektenfam. d. Phasmiden, 360.

Upolu. 1 Exemplar (Koll. Br. v. W., ex Mus. Hamburg).

Verbreitung: Fidschiinseln.

---

[1] Die Angabe, daß *Gr. coccophaga* auf den Salomonsinseln vorkommt, ist irrtümlich. Das Belegstück für diese Angabe, ein ♀ im Besitze des Wiener Hofmuseums, gehört einer neuen Art an, die sich von *Gr. coccophaga* durch viel längere Flügel, kürzeres, an der Spitze tief ausgeschnittenes Operculum, im ganzen Verlaufe des ventralen Mediankiels der Hinterschenkel sehr deutlich, weitläufig dentikulierte Hinterschenkel etc. unterscheidet.

Acrididae.

Die Familie der Acrididen ist auf Samoa äußerst ärmlich vertreten. Es sind nur vier Arten von Samoa bekannt, während die Familie außerhalb der ozeanischen Inseln fast allenthalben, sowohl im tropischen als im gemäßigten Klima, einen großen Formen- und Individuenreichtum entfaltet. Von den vier auf Samoa nachgewiesenen Arten leben drei frei auf Pflanzen, während eine Art, *Nesotettix samoensis*, wohl wie fast alle Vertreter ihrer Gruppe unmittelbar am Erdboden (oder vielleicht auch im Wasser) lebt. Die Möglichkeit rezenter Einschleppung käme höchstens für *Epacromia tamulus* in Betracht.

Auch die übrigen polynesischen und mikronesischen Inseln sind extrem arm an Acrididen, die Hawaiinseln besitzen nur eine importierte Art.

*29. Nesotettix samoensis Holdh. nov. gen. n. sp.

Upolu. 1♀ (Dr. Rechinger).

Verbreitung: Das Genus ist bisher nur von den Samoainseln bekannt. Die sehr nahestehende Gattung *Diotarus* Stål besitzt Vertreter im Malaiischen Archipel (3 Arten) und im östlichen Australien (1 Art).

*30. Epacromia tamulus Fabr.

Fabr., Ent. Syst. Suppl., 195 (*Stenobothrus laetus* Br. v. W. in litt.).

Upolu. In Anzahl (Dr. Rechinger).

Verbreitung: Ostindien, Malaiischer Archipel, Melanesien, Ostaustralien, Neucaledonien, Tongainseln. Ich vermag die polynesischen Exemplare von solchen aus Indien nicht zu unterscheiden.

31. Acridium stercorarium Holdh. nov. spec.

Upolu. 7 Exemplare (Dr. Rechinger).

Samoainseln (Koll. Br. v. W., ex Mus. Godeffroy; leg. Dr. Graeffe).

Verbreitung: Bisher nur von den Samoainseln bekannt.

32. Acridium spec. aff. melanocorne Serv.

Samoainseln. 1♂ (Mus. Hamburg, ex Mus. Godeffroy).

Ein einzelnes ♂ von Samoa im Hamburger Museum. Die Art steht dem indonesischen *Acr. melanocorne* Serv. sehr nahe, unterscheidet sich jedoch durch etwas geringere Größe und im ♂ Geschlechte durch etwas abweichend gebildete Lamina supraanalis und weniger lang und spitz nach hinten gezogene Lamina subgenitalis. Ich sehe davon ab, die Form zu benennen.

Locustidae.

Bisher sind von Samoa zehn Locustiden bekannt. Von diesen Arten leben neun vermutlich frei auf Pflanzen, während *Rhaphidophora Rechingeri* Holdh. jedenfalls eine terrikole Lebensweise führt. Für keine Art ist rezente Einschleppung durch den Menschen wahrscheinlich. — Auch auf den übrigen polynesischen und mikronesischen Inseln zeigt die Familie — im Vergleich zu dem großen Formenreichtum in anderen Gebieten — eine bemerkenswerte Artenarmut. Relativ am reichhaltigsten ist die Fauna der Fidschiinseln. Die Hawaiinseln besitzen, abgesehen von zwei in jüngster Zeit importierten Arten, nur elf Spezies, die sich auf zwei endemische Genera verteilen.

33. **Anaulacomera insularis** Stål.

Br. v. W., Monographie d. Phaneropt., 295.

Upolu. 2♂.

Savaii. 1♂ (Dr. Rechinger).

Samoainseln (Stål; Koll. Br. v. W., ex Mus. Godeffroy).

Verbreitung: Bisher nur von den Samoainseln bekannt; zunächst verwandt mit *A. incerta* Br. von Fidschi und Tongatabu und *A. malaya* Stål von Malacca. Außer diesen Arten enthält die Gattung noch eine fragliche Art aus Indien und Queensland, eine Art von den Galapagos und eine große Zahl von Arten aus Mittel- und Südamerika.

34. **Conocephalus australis** Bol.

Redtenbacher, Verh. Zool. bot. Ges., Wien, 1891, 415.

Samoainseln (Koll. Br. v. W. et Mus. Hamburg, ex Mus. Godeffroy).

Verbreitung (nach Redtb. l. c.): Penang, Australien, Neukaledonien, Neubritannien, Pelew, Karolinen, Fidschiinseln, Huahine, Tahiti. — *Connocephalus*-Arten haben vielfach eine sehr weite Verbreitung.

*35. **Conocephalus gracilis** Redtb.

Redtb., Verh. Zool. bot. Ges. Wien, 1891, 415.

Upolu. 1♂, 2♀ (Dr. Rechinger).

Verbreitung (nach Redtb. l. c.): Penang, Java, Borneo, Philippinen, Karolinen (Yap, Pelew). — Die Form steht dem *C. australis* ungemein nahe und ist nach Redtenbacher vielleicht nur eine Varietät dieser Art.

36. **Salomona suturalis** Redtb.

Redtb., Verh. Zool. bot. Ges. Wien, 1891, 474.

Samoainseln. 2 Exemplare (Mus. Hamburg, ex Mus. Godeffroy).

Verbreitung: Bisher nur von den Samoainseln bekannt. Die Gattung ist verbreitet: Amboina, Java Molukken, Aru, Key, Philippinen, ganz Melanesien, Australien (Cap York, 1 Art, die aus Melanesien übergreift), Karolinen, Duke of York Isl., Neucaledonien, Neue Hebriden, Loyaltyinseln, Fidschi, Tonga.

37. **Xiphidium affine** Redtb.

Redtb., Verh.Zool. bot. Ges. Wien, 1891, 513.

Upolu. In Anzahl (Dr. Rechinger).

Samoainseln (Koll. Br. v. W. et Mus. Hamburg, ex Mus. Godeffroy).

Verbreitung: Philippinen, Aruinseln, Fidschi.

38. **Xiphidium modestum** Redtb.

Redtb., Verh. Zool. bot. Ges. Wien, 1891, 510.

Syn.: *Xiphidium upoluense* Karny, Revis. Conoc., Abhandl. Zool. bot. Ges. Wien IV, Heft 3, p. 92 — *X. modestum upoluense* Karny l. c. 95.

Upolu. 8 Exemplare (Dr. Rechinger).

Samoainseln (Mus. Hamburg, ex Mus. Godeffroy).

Verbreitung: Neuguinea, Ostaustralien, Neucaledonien, Lord Howes Isl., Fidschiinseln, Tongainseln. — Die Exemplare von den Samoainseln stimmen mit Stücken anderer Provenienz vollkommen überein, so daß die Aufstellung einer eigenen Art oder Rasse ungerechtfertigt ist. Der von Karny zur Unterscheidung von *X. upoluense* angegebene Unterschied ist überhaupt nicht vorhanden.

39. Teuthras echinatus Redtb.

Teuthras echinatus Redtb., Verh. zool. bot. Ges. Wien, 1891, 226.

Upolu. 1♂ (Mus. Hamburg, ex Mus. Godeffroy; — det. Redtb.).

Verbreitung: Fidschiinseln.

40. Teuthras pallidus Walk.

Nocera pallida Walk., Cat. Derm. Salt. Brit. Mus., I, p. 101, 214.

Teuthras pectinatus Redtb., Verh. zool. bot. Ges. Wien, 1891, 227, part.

Upolu. 1♂, 3♀.

Savaii. 1♀ (Dr. Rechinger).

»Samoa Islands« (Walker l. c.).

Verbreitung: Bisher nur von den Samoainseln bekannt. Die Angabe, daß *T. pectinatus* Guér.[1] auf Samoa vorkommt, beruht auf Verwechslung mit dieser Art.

*41. Rhaphidophora Rechingeri Holdh. nov. spec.

Upolu. 1♂.

Savaii. 1♀ (Dr. Rechinger).

Verbreitung: Bisher nur von den Samoainseln bekannt, einer Art von Java und Ceram zunächststehend. — Die Gattung besitzt außerdem Vertreter in Hinterindien, im Malaiischen Archipel, auf Neuguinea und in Australien (1 Art).

42. Gryllacris oceanica Le Guill.

Le Guillou, Revue zoolog., 1841, p. 293.

Br. v. W., Verh. Zool. bot. Ges. Wien, 1888, 356.

»Hamoa« (Le Guillou l. c.).

Verbreitung: Von Guillou, der an der Weltreise der »Zélée« teilnahm, unter obiger Provenienzangabe beschrieben. Die Art wurde seither nicht wieder aufgefunden. Das Vorkommen einer *Gryllacris*-Art auf Samoa ist nicht unwahrscheinlich, da auch die Fidschiinseln zwei Arten dieser Gattung besitzen.

Gryllidae.

Das folgende Verzeichnis führt 14 Grylliden von den Samoainseln an. Von diesen Arten sind drei möglicherweise durch den Menschen verschleppt, für alle übrigen Arten ist rezente Verschleppung wohl ausgeschlossen. — Wohl alle Arten dürften ein verborgenes Dasein führen.

---

[1] Die Speziessystematik der Gattung *Teuthras*, wie sie von Redtenbacher l. c. und Karny, Revis. Conoceph., 104, dargestellt wird, ist durchaus provisorisch. *T. pectinatus* sensu Redtb. et Karny ist eine Kollektivart, die in mehrere Arten zu zerlegen ist. Ein ♂ von Tahiti zeigt wesentlich andere Sexualauszeichnungen als ein mir vorliegendes in den Rahmen des *T. pectinatus* s. l. Redtb. fallendes Exemplar von den Salomonen. Leider ist das derzeit vorliegende Material durchaus ungenügend.

43. **Nemobius dentatus** Sauss.

Saussure, Mélanges orthopt., V, Gryllid., 259.
Upolu. 1♂ (Dr. Rechinger).
Samoainseln. 1♀ (Mus. Vienn., Type Saussure's).

Verbreitung: Bisher nur von den Samoainseln bekannt; äußerst nahe verwandt ist *Nemobius tigrinus* Sauss., Mél. orthopt., V, 264, von Taiti.

*44. **Nemobius grandis** Holdh. nov. spec.

Upolu. 1♀ (Dr. Rechinger).

Verbreitung: Bisher nur von den Samoainseln bekannt.

45. **Gryllus innotabilis** Walk.

Saussure, Mél. orthopt., V, Gryllid., 326.
Savaii. Upolu. In Anzahl (Dr. Rechinger).

Verbreitung: Malaiischer Archipel, Japan (nach Saussure l. c.), Fidschi, Taiti, Hawai. Jedenfalls verschleppte Art.

*46. **Gryllodes insularis** Holdh. nov. spec.

Savaii. 1♀ (Dr. Rechinger).

Verbreitung: Bisher nur von den Samoainseln bekannt.

47. **Loxoblemmus** spec. ined.

(*Platyblemma australis* Br. v. W. in litt.)
Upolu. 1♂ (Mus. Hamburg, ex Mus. Godeffroy).

Ein einzelnes ♂ einer anscheinend neuen Art. Da mir kein genügendes Vergleichsmaterial vorliegt sehe ich davon ab, die Form zu beschreiben.

Die Gattung *Loxoblemmus* ist durch eine Reihe von Arten in Ostasien und im Malaiischen Archipel durch eine Art in Australien und durch je eine Art im Sudan, auf Madagaskar und Nossibé vertreten.

48. **Liphoplus Novarae** Sauss.

Saussure, Mél. orthopt., V, Gryllid., 483.
Upolu. 1♂ (Mus. Hamburg, ex Mus. Godeffroy).

Verbreitung: Bisher war nur das typische Exemplar der Art von Taiti (Coll. Mus. Vienn.) bekannt.

49. **Trigonidium flavipes** Sauss.

Saussure, Mél. orthopt., V, Gryllid., 605.
Upolu. 5 Exemplare (Dr. Rechinger).
Samoainseln (Koll. Br. v. W. et Mus. Hamburg, ex Mus. Godeffroy).

Verbreitung: Fidschi und Tongainseln, Nordaustralien?[1]. Eine sehr nahestehende Form (*Trig. Haani* Sauss. l. c. 606) auf Java.

50. Cyrtoxiphus maritimus Sauss.

Saussure, Mél. orthopt. V, Gryllid. 618.

Samoainseln (1♂ in Koll. Br. v. W., 2 Exemplare in Mus. Hamburg, ex Mus. Godeffroy).

Verbreitung: Fidschiinseln, Rarotonga oder Taiti? (siehe unten bei *Cyrtoxiphus musicus*). Nach Brunner (Ann. Mus. Genova, ser. II, vol. XIII, 1893, p. 211) auch in Birma.

51. Cyrtoxiphus fulvus Sauss.

Saussure, Mél. orthopt., V, Gryllid. 621.

Upolu. 1♂ (Dr. Rechinger).

Samoainseln (Koll. Br. v. W. et Mus. Hamburg, ex Mus. Godeffroy).

Verbreitung: Fidschiinseln.

52. Cyrtoxiphus musicus Sauss.

Saussure, Mél. orthopt., V, Gryllid. 620.

Samoainseln (2 Exemplare in Koll. Br. v. W., 2 Exemplare im Mus. Hamburg, ex Mus. Godeffroy).

Verbreitung: Taiti oder Rarotonga? Die Type Saussure's in der Koll. Br. v. W. (ex Mus. Godeffroy) trägt die Provenienzangabe: Rarotonga (Tahiti). Rarotonga ist eine Insel des Cookarchipels. Auf Rarotonga und Tahiti arbeitete derselbe Sammler des Mus. Godeffroy.

*53. Cyrtoxiphus spec. ined.

Upolu. 1♂ (Dr. Rechinger).

Ein einzelnes ♂ einer neuen Art, von deren Beschreibung ich absehe.

54. Cardiodactylus Novae-Guineae de Haan.

Saussure, Mél. orthopt., V, Gryllid., 659.

Upolu. 3 Exemplare (Dr. Rechinger).

Samoainseln. 2 Exemplare (Mus. Hamburg).

Dr. Rechinger sammelte die Art in Apia auf einer spärlich bewachsenen Sandfläche bei Tage frei auf dem Boden.

Verbreitung: Borneo, Java, Lombok, Celebes, Neuguinea, Queensland, Pelewinseln. Verschleppt?

55. Piestodactylus brevipennis Sauss.

Saussure, Mél. orthopt., V, Gryllid., 667.

Upolu. 2♀ (Mus. Hamburg, ex Mus. Godeffroy); 1 Larv. (Koll. Br. v. W., ex Mus. Godeffroy).

Verbreitung: Nordostaustralien. Verschleppbar?

[1] Die Provenienzangabe »l'Australie« bei Saussure l. c. bezieht sich auf ein sehr schlecht erhaltenes, wohl kaum mit Sicherheit zu bestimmendes ♀ der Koll. Br. v. W. aus Nordaustralien (Port Curtis).

56. Metrypus unicolor Walk.

Laurepa unicolor Walk., Cat. Derm. Salt. Brit. Mus., I, 99. — *Metrypus unicolor* Sauss., Mél. orthopt., V, 820.

»Navigators Island. Presented by the late Duke of Northumberland« (Walker l. c.).

Verbreitung: Bisher nur von den Samoainseln bekannt.

Die Art liegt mir nicht vor. Die Gattung ist außerdem vertreten in Mittel- und Südamerika und im Malaiischen Archipel.

III. Neubeschreibungen.

Labia Rechingeri Holdh. n. sp.

An der geringen Größe, der Färbung und der Form der Cerci im ♂ Geschlecht von den übrigen Arten der Gattung leicht zu unterscheiden.

Rötlichgelb, der Kopf, die Elytren und Flügelschuppen sowie die Mittel- und Hinterbrust braunschwarz, die Oberlippe und die übrigen Mundteile bräunlichgelb, die Fühler bräunlichgelb mit leicht angedunkelter Basis, Beine bräunlichgelb, die Mittel- und Hinterschenkel in ihrer proximalen Hälfte gebräunt.

Kopf quer und eckig, etwa um ein Drittel breiter als lang (oralwärts bis an den Vorderrand der Stirn gemessen), mit mäßig stark gewölbten Augen; Schläfen reichlich um die Hälfte länger als der Längsdurchmesser der Augen, in ihrer analen Hälfte unter sanfter Rundung mäßig stark analwärts konvergierend, hinten in hoher Rundung in den flach gerundet ausgebuchteten Hinterrand des Kopfes übergehend. Auf der Oberseite der Kopf fein chagriniert, fein und recht dicht punktiert — die Punktierung in der vorderen Partie der Stirne spärlicher — fein anliegend gelblich behaart, außerdem mit spärlichen abstehenden, längeren dunklen Borsten besetzt, in der Mitte zwischen den Augen mit einer flachen, annähernd kreisförmigen Impression, der Scheitel mit feiner Medianlinie. Fühler zwölfgliedrig.

Pronotum viel schmäler als der Kopf, merklich länger als breit, an den Seiten parallel, am Hinterrande breit zugerundet, ohne deutliche Medianlinie, in der hinteren Hälfte plan, in der vorderen Hälfte flach aufgetrieben, die aufgetriebene Partie jederseits neben dem Seitenrande eine äußerst flach ausgekehlte, oralwärts sich verschmälernde Randzone frei lassend. Scheibe des Pronotums wie der Kopf mit feiner, halb anliegender gelblicher Behaarung und an den Rändern mit einzelnen abstehenden, längeren dunklen Borsten bekleidet, fein und dicht punktiert.

Elytren etwa um die Hälfte länger als das Pronotum, in der Humeralpartie zusammengenommen etwas breiter als der Kopf, mit gleichmäßig verrundeten Schultern, an den Seiten geradlinig, analwärts sich leicht verschmälernd, der Hinterrand geradlinig und in etwas schräger Richtung abgeschnitten, der kaum verrundete Nahtwinkel daher etwas spitzwinkelig erscheinend. Die Elytren sind sehr fein chagriniert, wesentlich kräftiger als der Kopf, dicht und etwas rauh punktiert, mit halbanliegender gelblicher Behaarung und an den Seiten mit einzelnen längeren abstehenden Borsten. Flügelschuppen nicht ganz zwei Drittel der Elytrenlänge erreichend, ihr Innenrand gerade, ihr Außenrand bis in das distale Drittel seines Verlaufes fast geradlinig und analwärts nur sehr schwach gegen den Innenrand konvergierend, im distalen Drittel unter sanfter Rundung schräg nach innen und hinten verlaufend, mit dem Innenrand unter rechtem Winkel zusammentreffend. Die Flügelschuppen sind wie die Elytren skulptiert und behaart.

Abdomen nahezu parallelseitig, die Tergite mit Ausnahme des letzten dicht und etwas rauh punktiert, mit gelblicher Behaarung, an den Seiten mit spärlichen längeren abstehenden Borsten. Seitenfalten des

zweiten und dritten Tergits undeutlich. Letztes Abdominaltergit in beiden Geschlechtern nahezu glatt, nur an den Seiten mit einzelnen Härchen und Borsten besetzt, in beiden Geschlechtern mit einer seichten, oralwärts erlöschenden, distalwärts sich stark verbreiternden Medianimpression. Pygidium beim ♀ kurz, von der Form eines niedrigen, an der Spitze transversal abgeschnittenen Dreiecks, beim ♂ in der Anlage von quadratischem Umriß, die Seitenränder im oralen Drittel analwärts stark konvergierend, in ihren distalen zwei Dritteln geradlinig und parallel, mit dem scharf geradlinig abgestutzten Hinterrand jederseits unter in der Anlage rechtem, an seiner äußersten Spitze leicht spitzwinkelig ausgezogenem Winkel zusammentreffend. Cerci beim ♀ kräftig gebaut, geradlinig, nur in ihrem distalen Sechstel schräg hakenartig nach innen gekrümmt, an der Basis breit, distalwärts sich allmählich verschmälernd, ihr Innenrand bis ins distale Sechstel der Cercuslänge vollkommen geradlinig, ohne Differenzierung, mit messerartiger Kante. Die Cerci erreichen beim ♀ etwa die Länge der Elytren. Beim ♂ sind die Cerci in ihrem oralen Viertel geradlinig und parallelseitig, von hier ab erfahren sie zunächst eine leichte Beugung nach außen und beschreiben in ihrem weiteren Verlaufe etwa einen Drittelkreisbogen. Die bogenförmig gekrümmte Partie des Innenrandes der Cerci zeigt in ihrer oralen Hälfte zarte, zähnchenförmige Kerbung. Die Cerci des ♂ sind bereits in ihrer Basalpartie und namentlich in ihrem weiteren gekrümmten Verlaufe wesentlich schmäler als beim ♀, wie bei diesem in eine scharfe Spitze auslaufend. In ihrer äußeren Partie sind die Cerci namentlich in ihrer basalen Hälfte gelblich behaart und mit spärlichen abstehenden dunkleren Borsten besetzt.

Long. (cerc. inclus.) 4·5 bis 5 *mm*.

Samoainsel Upolu. 2 ♀, 1 ♂.

Die Art gehört in die Gruppe der *L. curvicauda* Motsch. und ist mit einer unbeschriebenen Art der Koll. Br. v. W. von Java zunächst verwandt.

Von der von den Samoainseln beschriebenen, nahe verwandten *L. flavicollis* Borm., Ann. Mag. Nat. Hist., 1903, p. 235,[1] unterscheidet sich *L. Rechingeri* durch schmäleres Pronotum (bei *L. flavicollis* so breit als der Kopf), dichte anliegende gelbliche Behaarung der ganzen Oberseite, sehr deutlich und dicht punktiertes Abdomen, das Fehlen von Tuberkeln am letzten Abdominaltergit des ♂ (bei *L. flavicollis* »au dessus de chaque racine des pinces un petit tubercule«), anscheinend ganz abweichend geformtes Pygidium, etwas abweichend geformte, am Innenrande auf größere Erstreckung sehr deutlich krenulierte Cerci.

Chelisoches Lilyanus Holdh. n. sp.

Dem *Chelisoches pulchripennis* Borm. unter den bekannten Arten zunächststehend, von demselben durch differente Färbung, viel breiteren Vorderkörper, kürzere Elytren, Fehlen der Flügelschuppen, differente Bildung des Pygidiums im ♀ Geschlechte etc. zu unterscheiden.

Dunkel braunschwarz, glänzend, das Pronotum in seiner hinteren Hälfte mit bläulichem Anflug, die Elytren metallisch grünblau gefärbt, Vorderrand des Clypeus sowie die Endglieder der Palpen bräunlich, Fühler rötlichbraun, ihr erstes und zweites Glied sowie das dritte Glied mit Ausnahme seiner distalen Partie schwärzlich, die Beine dunkel mit gelbbraunen Tarsen, Cerci schwarz, an der Basis auf ihrer dorsolateralen Seitenfläche mit einer kleinen bräunlichen, mit gelblichen anliegenden Härchen besetzten Mackel.

Kopf wesentlich größer als bei *Ch. pulchripennis*, etwa so breit als lang (die Länge bis zum Vorderrand der Stirn gemessen), mit wenig hochgewölbten Augen, die Schläfen unter sanfter Rundung schwach analwärts konvergierend, mit dem in der Mitte ausgebuchteten Hinterrand des Kopfes unter verrundetem Bogen zusammentreffend. Oberseite des Kopfes flachgedrückt, der Scheitel mit einer sehr seichten, bogenförmig von Auge zu Auge ziehenden, oralwärts konkaven Transversalfurche, vor dem Hinterrande jeder-

---

[1] *Labia flavicollis* liegt mir leider nicht zum Vergleich vor, allein die von Bormans gegebene Diagnose ist sehr ausführlich und enthält eine Anzahl von Punkten, die sich in keiner Weise auf *L. Rechingeri* m. beziehen lassen.

seits der Mitte mit einer flachen Impression, die Stirn wie bei *Ch. pulchripennis* innerhalb der Augen und jederseits der Mitte mit seichten Grübchen. Fühler an dem mir vorliegenden Exemplare leider nicht intakt, mindestens 17-gliedrig.

Pronotum in seiner größten Breite am Hinterrande etwa so breit als der Kopf und daselbst ungefähr so breit als lang, mit geradlinigen, analwärts mäßig stark divergierenden Seiten, Hinterrand analwärts nur in sehr flacher Rundung vorgezogen, die Oberfläche des Pronotums in ihrer hinteren Hälfte nahezu vollkommen plan, in ihrer oralen Hälfte wenig stark aufgetrieben, mit sehr feiner, gleichmäßiger, die ganze Länge des Pronotums durchziehender, vorne etwas stärker eingedrückter Mittellinie, in der Mitte zwischen dieser und dem Seitenrande in der vorderen Partie des Pronotums jederseits mit einer grübchenförmigen Impression, welche sich oralwärts in eine sehr flache Längsfurche fortsetzt. Hinter dem Vorderrande der aufgetriebenen Partie trägt das Pronotum jederseits der Mittellinie einen eingestochenen Borstenpunkt, außerdem trägt der Vorderrand des Pronotums jederseits innerhalb der Vorderecken eine geringe Anzahl wenig langer Borsten. Vorderecken des Pronotums verrundet stumpfwinkelig, eine Borste tragend.

Elytren an den Schultern so breit als das Pronotum in seiner größten Breite, ihre nicht vom Pronotum bedeckte Partie etwa die Länge des Pronotums erreichend, an den Seiten leicht gerundet, etwa im distalen Drittel am breitesten, der Hinterrand in transversaler Richtung nahezu geradlinig abgestutzt, unter gleichmäßiger Rundung mit dem Seitenrand zusammentreffend. Nahtwinkel verrundet rechtwinkelig. Auf der Oberseite sind die Flügeldecken flach in transversaler Richtung gewölbt, äußerst fein und spärlich erloschen punktiert. Flügellappen fehlen.

Abdomen von der Breite der Elytren, an den Seiten annähernd parallel, das letzte freiliegende Abdominaltergit etwas schmäler als die vorhergehenden. Sämtliche Tergite mit Ausnahme des letzten mäßig fein und recht dick punktiert, an ihrem Hinterrande mit einer schmalen, unpunktierten Randzone die etwa 20 sehr kurze Längsfältchen trägt. Letztes Abdominaltergit größtenteils glatt, nur an den Seiten mit unregelmäßiger, querrunzeliger Skulptur, außerdem jederseits in einiger Entfernung der Mittellinie mit einer undichte, erloschene Punktierung tragenden, sich analwärts verbreiternden Längszone. Beim ♀ erscheint das letzte Tergit an den Seiten nach hinten leicht verschmälert, über der Ursprungsstelle der Cerci jederseits flach aufgetrieben, mit in der Mitte furchenartig vertiefter, oralwärts und analwärts erlöschender Mittellinie.

Das Pygidium des ♀ hat in der Anlage die Form eines gleichseitigen, an seiner Spitze schmal abgestutzten Dreiecks, die terminale Hälfte desselben ist gegen die basale Hälfte durch eine etwa in der Mitte der Seiten auftretende, etwas plötzlichere Verengung leicht abgesetzt.

Die Cerci des ♀ sind kräftig gebaut, von der Basis bis zur Spitze recht gleichmäßig verengt, bis in ihr distales Drittel gerade, von da ab sanft nach innen gekrümmt, in ihrem ganzen Verlaufe deutlich, aber spärlich punktiert, dreikantig, mit in der basalen Hälfte sehr prononzierter, stumpfer Dorsalkante und scharfer, im Basalteil mit einigen äußerst flachen Kerben versehener Innenkante.

Sämtliche Sternite ziemlich dicht punktiert, die Punktierung gegen die Spitze des Abdomens an Stärke gewinnend. Tarsen dicht gelb behaart.

♂ unbekannt.

Long. tot. ♀ 22 *mm*. Long. cerc. 6 *mm*.

Ein einzelnes ♀ von Upolu.

Ich dediziere die Art Frau Dr. Lily Rechinger in dankesfreudiger Anerkennung ihrer eifrigen Sammeltätigkeit.

Loboptera[1] **maculicornis** Holdh. n. sp.

Kopf dunkel pechbraun, glänzend, eine sehr schmale, die tiefschwarzen Augen umziehende Randzone sowie der nächste Umkreis der Antenneninsertionsstelle gelbbraun, der Scheitel zwischen den Augen sehr schwach aufgehellt, Clypeus und Oberlippe sowie die Seiten des Kopfes ventralwärts der Augen dunkel gelbbraun, die Kiefertaster hellbräunlichgelb, ihr letztes Glied dunkelbraun mit heller Spitze, Lippentaster bräunlichgelb, ihr letztes Glied in seiner distalen Hälfte angedunkelt. Fühler bis zu ihrem zehnten Gliede glänzend glatt, von da ab matt chagriniert, von der Basis bis zum 23. Gliede dunkel gelbbraun gefärbt, hierauf mit einer aus elf Gliedern bestehenden, hell weißlichgelb gefärbten Partie, distalwärts dieser hellen Zone von schwarzbrauner Färbung. Die Terminalpartie der Fühler an ist meinen Exemplaren leider abgebrochen; an einem mir vorliegenden Stücke erreicht die erhaltene Partie des Fühlers nahezu das Abdominalende. Die Antennen sind namentlich in ihrer basalen Partie relativ kräftig, ihr drittes Glied so lang als die vier folgenden Glieder zusammengenommen.

Pronotum schwarz, sein Seitenrand ziemlich breit, der Vorderrand etwas schmäler durchscheinend gelb gesäumt. Mesonotum schwarz, an den Seiten und am Vorderrande gelb, die helle Zone des Vorderrandes in der Mitte etwas weiter nach hinten vortretend, hinten buchtig begrenzt. Metanotum dunkel, nur an den Seiten gelb gesäumt. Abdominaltergite schwarz, an den Seiten schmal gelb gefleckt, das zweite Abdominaltergit in seiner oralen Hälfte jederseits in einiger Entfernung der Mitte mit einer schmalen gelben, lateralwärts erlöschenden Transversalbinde, das sechste Abdominaltergit an dem mir vorliegenden ♂ außer den beiden Lateralflecken, welche den Vorderrand des Tergits nicht erreichen, am Hinterrande jederseits der Mitte mit einem kleineren gelben Flecken. Siebentes Tergit außer den beiden Lateralflecken in der Mitte des Hinterrandes mit einer gelben Mackel; Supraanalplatte gelb, an den Seiten gebräunt. Unterseite des Abdomens dunkel rotbraun, der Hinterrand der Subgenitalplatte gelb gesäumt.

Die Beine einschließlich der Hüften weißlichgelb, die Mittel- und Hinterhüften in ihrer oralen Hälfte geschwärzt, die Vorderschenkel in ihrer basalen Hälfte dunkel, die Mittel- und Hinterschenkel an ihrer vorderen (Dorsal-) Kante etwas hinter der Basis sowie nahe der Spitze mit dunkleren Mackeln, alle Tibien etwas hinter der Basis sowie an der Spitze schwarzbraun geringelt. Cerci auf ihrer Dorsalseite in der basalen Hälfte schwarz, in der distalen Hälfte gelb, auf der Ventralseite in größerer Ausdehnung hell gefärbt.

Kopf und Pronotum ebenso wie der Hinterkörper mit zerstreuten abstehenden Haaren besetzt, die Hinterränder der Abdominalsegmente mit einem Saum niederliegender, von einander ziemlich weit entfernter, gelblicher borstenartiger Haare, das sechste und das siebente Abdominaltergit auf der ganzen Oberfläche mit zerstreut stehenden niederliegenden Haaren besetzt.

Elytren und Flügel fehlen; ich halte die zwei mir vorliegenden Exemplare für erwachsen.

Das siebente Abdominaltergit in beiden Geschlechtern in der Mitte in geringer Breite kurz winkelig nach hinten gezogen, die Supraanalplatte von sehr stumpf dreieckigem Umriß. Subgenitalplatte beim ♀ hinten sehr breit zugerundet, ohne Differenzierung. Beim ♂ ist die Subgenitalplatte klein, fast ganz in der bogenförmigen Ausrandung des vorhergehenden Sternits Platz findend, am Hinterrand jederseits in einiger Entfernung der Mitte mit einer mäßig tiefen, bogenförmigen Ausbuchtung, durch welche sich der Hinterrand in drei nach hinten vorspringende, breit verrundete, niedrige Lappen gliedert. Der Medianlappen kaum weiter nach hinten vortretend als die beiden Laterallappen. An den Laterallappen inserieren

---

[1] Die Genera *Loboptera* Br. und *Temnopteryx* Br. können wohl kaum auseinandergehalten werden. Hinsichtlich des Grades der Reduktion der Elytren und Flügel finden sich alle Intermediärstadien. Auch in dem Vorhandensein oder Fehlen von Stylis an der Subgenitalplatte des ♂ möchte ich kein Merkmal von generischer Bedeutung erblicken. Es gibt Arten mit nahezu gleichgebildeten paarigen Stylis, Arten, bei denen entweder nur der eine Stylus oder beide Styli rudimentär entwickelt sind, endlich Formen, bei denen beide Styli fehlen.

die kräftig entwickelten, gerade nach rückwärts gerichteten Styli. Der rechte Stylus ist eben merklich kürzer und gegen die Basis deutlich stärker verbreitert als der linke.

Long. 6 *mm.*

Über die verwandtschaftlichen Beziehungen der Art läßt sich derzeit keine Klarheit gewinnen.

Upolu. ♂, ♀. (Dr. Rechinger).

Loboptera extranea Perkins.

Loboptera extranea Perk., Fauna Hawaiiens., Orthopt., p. 6.

Fünf mir von Upolu vorliegende Exemplare stimmen mit zwei der Koll. Br. v. W. angehörenden ♀ der bisher nur von den Hawaiinseln bekannten *L. extranea* in weitestgehendem Maße überein und unterscheiden sich nur durch etwas geringere Größe und schlankere Körperform. Leider liegen mir ♂ von Hawai nicht vor und Perkins gibt keine Beschreibung der ♂ Sexualauszeichnungen, so daß mir ein vollkommen verläßlicher Nachweis der spezifischen Identität der Formen von Samoa und Hawai derzeit nicht möglich ist.

Bei den mir vorliegenden ♂ von Samoa ist die Supraanalplatte wie beim ♀ gebildet; die Subgenitalplatte des ♂ ist sehr asymmetrisch gebildet, sie zeigt in der Mitte des Hinterrandes einen tiefen, schmalen, im Grunde verrundeten Einschnitt, welcher jederseits von einem lappenförmigen, schräg nach hinten und innen gerichteten, an der Spitze verrundeten Fortsatz flankiert wird. Im Grunde des Einschnittes entspringt ein weiterer sehr kurzer, nach rechts blickender Lappen. Unmittelbar lateralwärts der Basis des rechtsseitigen Lappens entspringt vom Hinterrande ein langer, sehr schwach gekrümmter, in seinem ganzen Verlauf annähernd gleich breiter, in dorsoventraler Richtung etwas kompresser Stylus, welcher an meinem Präparate in nahezu transversaler Richtung von rechts nach links verläuft. Lateralwärts des linksseitigen, den medianen Einschnitt flankierenden Lappens steht ein zweiter wesentlich kürzerer lappenförmiger Fortsatz, an seiner Spitze gleichfalls eine Anzahl langer Borsten tragend. Im Grunde des medianen Einschnittes und von außen nicht sichtbar finden sich weitere Differenzierungen, über deren Natur ich ohne Zerstörung des Objektes leider keine Klarheit erhalten kann. Ein linksseitiger Stylus scheint zu fehlen.

Das ♀ der madagassischen *Temnopteryx Sacalava* Sauss. ist vom ♀ der *L. extranea* kaum zu unterscheiden.

Nesotettix Holdh. nov. gen.

Generi *Diotarus* Stål vicinissimum, differt pronoto margine anteriore truncato, antice vix producto.

Die neue Gattung stimmt in allen Punkten mit *Diotarus* überein und unterscheidet sich von diesem Genus nur durch abweichende Bildung der vordersten Partie des Pronotums. Das Pronotum ist vorne nicht wie bei *Diotarus* kaputzenförmig vorgezogen, sondern am Vorderrand nahezu geradlinig abgestutzt, in der Mitte nur äußerst schwach vortretend, so daß der Scheitel von oben in seiner ganzen Breite sichtbar ist.

Kopf, Pronotum und Beine wie bei *Diotarus* mit rauher, körniger Skulptur; Scheitel rauhkörnig skulptiert, vorne zwischen den Augen ohne prononzierte Vorsprünge, mit wenig deutlichem Mediankiel. Oralwärts spaltet sich der Mediankiel in zwei kräftige hochkielförmig erhabene, nicht ganz so breit als bei *Diotarus Brunneri* Stål getrennte Gabeläste, die in der ventralen Hälfte ihres Verlaufes annähernd parallel sind, in der dorsalen Hälfte nach oben mäßig stark und gleichmäßig convergieren. Die Länge der Gabeläste entspricht etwa der Distanz der Fühlerwurzeln. In seinem unpaaren Verlauf ventral der gegabelten Partie ist der Mediankiel sehr undeutlich.

Pronotum, abgesehen von der Differenz in der Bildung des Vorderrandes, nach demselben Typus gebaut wie bei *Diotarus,* in seiner vorderen Partie in longitudinaler Richtung etwas höher und in gleichmäßiger Rundung gewölbt, ziemlich steil dachförmig; in den distalen zwei Fünfteln seiner Länge erscheint

das Pronotum niedergedrückt, nur sehr flach dachförmig, am Hinterrande abgestutzt und flachwinklig ausgeschnitten, die Spitze des Abdomens frei lassend. Elytren und Flügel fehlen.

Beine änlich wie bei *Diotarus*, etwas reicher gelappt als bei den mir vorliegenden Arten dieses Genus.

Nesotettix samoensis n. sp. Dunkel rotbraun, die Fühler, der Mund, die Tibien und Tarsen heller. Die Tibien mit undeutlicher, dunklerer Ringelung, Pronotum jederseits hinter der Mitte in der Ausbuchtung des Lateralkiels mit einem schwärzlichen Flecken.

Pronotum in seiner vorderen Partie steil dachförmig erhoben, sein Mediankiel daselbst bei Ansicht von der Seite gleichmäßig und ziemlich hoch bogenförmig gewölbt erscheinend. In den distalen drei Siebenteln seines Verlaufes erscheint der Mediankiel bei seitlicher Ansicht geradlinig, horizontal, unregelmäßig fein gekerbt. Seitenrand des Pronotums wie bei *Diotarus* gebildet, dorsal der Mittelhüften mit tiefem Ausschnitt, an welchen der Lateralkiel der hinteren Partie des Pronotums herantritt. Dieser Lateralkiel verläuft in der hinteren niedergedrückten Partie des Pronotums vollständig gerade, oralwärts dieser gerade gestreckten Partie, etwas vor der Mitte seiner Totallänge zeigt der Kiel eine fast ein Fünftel seiner Länge einnehmende, ventralwärts konkave, ziemlich tiefe bogenförmige Ausbuchtung; oralwärts dieser Ausbuchtung verläuft der Lateralkiel wieder vollkommen gerade. Das Pronotum reicht etwa bis ins Niveau des Hinterrandes des neunten Abdominaltergits nach rückwärts. Dorsalseite des Pronotums mit einzeln sehr flachen unregelmäßigen Unebenheiten, die terminale, plane Partie des Pronotums jederseits hinter ihrer Mitte mit einer stärker prononzierten Querrunzel.

Die Beine sind mehrfach gelappt. An den Schenkeln und in minder ausgeprägter Weise auch an den Tibien zeigen alle Kanten bei Ansicht unter Lupenvergrößerung eine feine, sägeartige Krenulierung. Die Dorsalkante der Vorderschienen in der Mitte ihres Verlaufes mit breiter, sehr flacher, bogenförmiger Ausrandung, die Ventralkante der Vorderschienen mit zwei kräftigen Lappen, von denen der hintere, flachere etwa in das basale Drittel der Schenkellänge zu liegen kommt, während der vordere, beträchtlich höhere, annähernd die Form eines rechtwinkligen Dreiecks besitzende Lappen etwas terminalwärts der Mitte der Schenkellänge liegt. Vorderschienen ohne prononzierte Lappen. Mittelschenkel in ihrer dorsalen und ventralen Kante mit je drei Lappen; die Lappen der Dorsalkante sind niedrig. der vorderste liegt nahe der Basis, der mittlere etwas basalwärts der Mitte, der hintere etwa im terminalen Fünftel der Schenkellänge. Von den Lappen der Ventralkante des Mittelschenkels ist der basale flach und niedrig, nahe der Schenkelbasis gelegen, der mittlere viel stärker vortretend, dreieckig, eben merklich terminalwärts der Mitte gelegen, der hinterste etwas weniger hoch als der Mittellappen, verrundet, kurz vor der Spitze des Schenkels gelegen. Die Mitteltibien zeigen in der Mitte ihrer Hinterrandkante eine flachdreieckige lappenförmige Verbreiterung. An den Hinterschenkeln ist die Ventralkante weitläufig gesägt, ohne lappige Differenzierung, die Dorsalkante in ihrer vorderen Hälfte ohne Lappen, unmittelbar hinter der genicularen Auftreibung mit einem kräftigen, zahnförmigen Vorsprung, zwischen diesem Vorsprung und der Schenkelmitte mit mehreren kleinen, entfernt stehenden Zähnchen. Die Genicularpartie des Schenkels dorsalwärts in einen kräftigen zahnförmigen Lappen ausgezogen. An der Außenseite zeigen die Hinterschenkel in der den Dorsalrand begleitenden Randzone eine Anzahl sehr flacher, beulenförmiger Auftreibungen; sechs solcher Beulen sind deutlich entwickelt, von denen die alternierenden (1., 3., 5. von hinten gezählt) etwas stärker hervortreten. Die ventrale Randkante des Lateralfeldes der Hinterschenkel mit zwei sehr flachen, niedrigen Lappen, von denen der vordere etwas vor der Mitte der Schenkellänge, der hintere etwa in der Mitte zwischen diesem und der terminalen genicularen Auftreibung gelegen ist. Hintertibien ohne prononzierte Lappen.

Valven der Legescheide kräftig, gerade, mit gesägten Dorsal-, beziehungsweise Ventralkanten.

Long. corp. ♀ (ovipos. inclus.) 9 *mm*; long. fem. post. 4·5 *mm*.

Ein einzelnes ♀ wurde von Dr. Rechinger auf Upolu gesammelt.

Acridium (Cyrtacanthacris) stercorarium Holdh. n. sp.

Acridium stercorarium Br. v. W. in litt., Catal. Mus. Godeffroy, IV, p. 31.

An der Färbung, dem starken Glanz des in der Mitte eingeschnürten Pronotums, der Bildung des ♂ Hinterleibsendes unter den Arten mit geradem Prosternalfortsatz leicht kenntlich.

Rötlichbraun, die Unterseite etwas heller, das Abdomen gelblichbraun mit schwarzem, mäßig breitem dorsalem Medianstreifen, die Vorder- und Mittelbeine braun, die Hinterschenkel bräunlichgelb mit etwas dunklerer Terminalpartie, an ihrer Außenseite mit einem grünlichen Längswisch, die Hinterschienen bläulichrot, mit rötlichgelben, an der Spitze schwarzen Dornen, die Hintertarsen bräunlich. Antennen rotbraun, in der Mitte etwas dunkler. Elytren glashell, mit rotbrauner Aderung, in ihrer distalen Hälfte mit einigen zersteuten kleinen, leicht rauchig angedunkelten Flecken. Flügel glashell, an ihrem Analrande leicht rauchig angedunkelt, mit schwarbrauner Aderung.

Entfärbte Exemplare nahezu einfarbig, heller oder dunkler bräunlich gefärbt.

Kopf glatt, matt glänzend, ohne Punktierung, Augen beim ♀ mäßig stärk, beim ♂ viel stärker vorspringend; Antennen beim ♂ im Verhältnis zur Körpergröße viel länger als beim ♀, beim ♀ etwas mehr als zwei Fünftel, beim ♂ sehr merklich mehr als die Hälfte der Elytrenlänge erreichend.

Pronotum relativ stark glänzend, in seiner größten Länge etwa um ein Viertel länger als am Hinterrande breit, an der Basis am breitesten, nach vorne unter sehr prononzierter Einschnürung ziemlich stark verengt. Der Vorderrand des Pronotums ist in der Mitte kurz verrundet dreieckig vorgezogen, der Hinterrand tritt in der dorsalen Partie seines Verlaufes sehr stark nach rückwärts, die analwärts ausgezogene Partie des Pronotums hat die Form eines stumpfwinkligen, an der Spitze verrundeten Dreiecks. Die Flanken des Pronotums erscheinen bei direkter Ansicht von oben jederseits stark eingeschnürt, die tiefste Partie der Einschnürung liegt im Niveau der hintersten Transversalfurche des Pronotums. Auf seiner Fläche zeigt das Pronotum, eine zarte, flache, aber in ihrem ganzen Verlaufe deutliche mediane Kiellinie, sowie die normalen vier Transversalfurchen, von denen die hinterste beim ♀ in die Mitte, beim ♂ eben merklich hinter die Mitte der Pronotumslänge zu liegen kommt. Das Pronotum ist in seiner ganzen hinteren Hälfte sowie innerhalb der Vorderecken und in der Regel auch entlang des Vorderrandes relativ fein und dicht punktiert, die von der Punktierung frei gelassene Transversalzone des Pronotums zeigt nur sehr flache, weitmaschige, undeutliche Runzelung.

Elytren und Flügel kräftig entwickelt, die Spitze der Hinterschenkel beträchtlich überragend.

An den Hinterschenkeln nur der mediane Dorsalkiel in seiner vorderen Hälfte sehr flach gezähnelt die seitlichen Dorsalkiele glatt oder nur mit äußerst kleinen, kaum sichtbaren Zähnchen, die Ventralkiele glatt. Die Dorne der Hintertibien mäßig lang, an der Innenseite länger als an der Außenseite.

Beim ♂ ist das zehnte Tergit schmal, medialwärts allmählich an Breite verlierend, in der Mitte mit einem sehr schmalen, schlitzförmigen, die ganze von außen sichtbare Partie des Tergits durchsetzenden Ausschnitt, im übrigen am Hinterrande ohne Differenzierung. Die Supranalplatte in der Anlage etwa von der Form eines gleichseitigen Dreiecks, in der Mitte mäßig steil dachförmig erhaben, mit tiefer, schmaler, seitlich jederseits stumpfkielförmig begrenzter Medianfurche, die bis über die Mitte nach hinten reicht und sich analwärts in einen hohen, stumpfen Kiel fortsetzt, der in geringer Entfernung der Spitze erlischt. Die Seiten der Supraanalplatte analwärts von der Basis an konvergierend, etwa im vorderen Viertel ihrer Länge mit einer kurzen, lappenförmigen Erhabenheit, ungefähr im hinteren Drittel mit einem treppenförmig abgesetzten, einspringenden Winkel. Eine breite, flach furchenartige Längs depression streicht von diesem einspringenden Winkel oralwärts, bis an den Vorderrand der Supraanalplatte reicherd. Bei seitlicher Ansicht erscheint der Rücken der Supraanalplatte in seiner ganzen Länge vollkommen gerade. Die Terminalpartie der Supraanalplatte ist plan, scharf dreieckig zulaufend, ganz im Niveau des medianen Dorsalkiels gelegen. Die Cerci die Supraanalplatte analwärts etwas überragend, bei dorsaler Ansicht in gleichmäßiger, sehr flacher, lateralwärts konvexer Biegung

gekrümmt erscheinend, bei seitlicher Ansicht bis auf die Terminalpartie vollkommen gerade; sie sind seitlich kompreß, bei seitlicher Ansicht mäßig breit, unmittelbar an der Basis nicht sehr stark verbreitert, von da bis ins dritte Fünftel ihrer Länge nahezu parallelseitig, in ihren distalen zwei Fünfteln nach hinten verschmälert und mit scharf zulaufender, nach abwärts gebogener Spitze. Subgenitalplatte analwärts in eine scharfe Spitze auslaufend, von der Basis zur Spitze gleichmäßig verschmälert, auf der Ventralseite in ihrer distalen Hälfte mit einer scharfen Kiellinie, welche sich über die Spitze auf die Dorsalseite fortsetzt und daselbst als einfacher Kiel etwa auf die Erstreckung von 1 *mm* oralwärts läuft, um sich dann erst zu spalten.

♂ Long. corp. (elytr. inclus.) 39 *mm*, long. elytr. 31 *mm*, long. antenn. 17 *mm*, long. fem. post. 19·5 *mm*.

♀ Long corp. (elytr. inclus.) 62 *mm*, long. elytr. 49 *mm*, long. antenn. 20 *mm*, long. fem. post. 27 *mm*.

Auf der Insel Upolu (Museum Godeffroy; Koll. Rechinger).

Über die systematische Stellung dieser bisher anscheinend nur von den Samoainseln bekannten und vielleicht daselbst endemischen Art konnte ich keine Klarheit gewinnen Die an ostasiatischen und australischen Acridien ungemein reiche Kollektion des Wiener Hofmuseums enthält keine Art, welche zu *A. stercorarium* in unmittelbare Beziehung gebracht werden könnte.

Von einer auf den benachbarten Inselgruppen Fidschi und Tonga und vielleicht auch auf Samoa vorkommenden, dem *A. neocaledonicum* Finot, Ann. Soc. Ent. Fr. 1907, 291, äußerst nahestehenden Form unterscheidet sich *A. stercorarium* leicht durch geraden Prosternalfortsatz, abweichende Färbung, different gebautes Hinterleibsende des ♂, kürzere Cerci, viel weniger stark verlängerte Subgenitalplatte etc.

Teuthras pallidus Walk.

Nocera pallida Walk., Cat. Derm. Salt. Brit. Mus., I, 101, 214.

Die im folgenden beschriebene Art ist höchst wahrscheinlich identisch mit der von Walker zuerst als Grille beschriebenen und später (l. c. 214) von ihm selbst mit *Teuthras pectinatus* Guér. identifizierten *Nocera pallida* von den Samoainseln. Ich behalte diesen Namen bei. An Walker's Diagnose ist allerdings nur die Fundortangabe zu gebrauchen.

Die Art ist mit *T. rapax* Redtb., Verh. Zool. bot. Gesellsch. Wien, 1891, 227, von den Fidschiinseln und *T. rubrosignatus* Bol., Ann. Mus. Nat. Hung., III, 1905, p. 392, von Neuguinea zunächst verwandt und unterscheidet sich von diesen Arten in erster Linie hinsichtlich der Bewaffnung der Mittelschenkel. Die Mittelschenkel zeigen an der Außenseite bei *T. pallidus* fünf Dornen, bei *T. rapax* und *rubrosignatus* deren nur vier. Die Innenrandkante der Mittelschenkel ist wie bei *T. rapax* fein gezähnelt, nahe der Basis nur mit einem Dorn (bei *T. rapax* deren zwei; bei *T. rubrosignatus* ist die Innenrandkante der Mittelschenkel nicht gezähnelt, nahe der Basis mit zwei längeren Dornen). Von *T. rubrosignatus* unterscheidet sich die Art außerdem durch sehr abweichende Bildung des Abdominalendes beim ♂; das ♂ von *T. rapax* ist nicht bekannt.

Habituell mit *T. rapax* übereinstimmend, einfarbig bräunlichgelb (im Leben grün?). Kopf und Pronotum wie bei *T. rapax*. Elytren und Flügel sehr lang, die Spitze der Hinterschenkel mit etwa zwei Fünfteln ihrer Länge überragend, einfärbig, der Zirpapparat des ♂ nicht angedunkelt. Vorderschenkel innen mit fünf, außen mit sechs Dornen, Vordertibien jederseits mit 7 Dornen, in ihrer terminalen Partie wie bei *T. rapax* leicht nach abwärts gebogen. Mittelschenkel am Außenrande mit fünf Dornen, ihre Innenrandkante fein gezähnelt, nahe der Basis mit einem wenig langen Dorne. Hinterschenkel am Außenrande mit 9 bis 12 kurzen Dörnchen.

Das Abdominalende des ♂ zeigt folgenden Bau: Die Supraanalplatte ist sehr stark nach hinten vorgezogen und distalwärts verbreitert, fast bis ins Niveau des terminalen Drittels der Cerci nach hinten reichend; der bei direkter Dorsalansicht sichtbare Teil der Supraanalplatte hat die Form eines mit der

Spitze proximalwärts gerichteten gleichschenkligen Dreieckes, dessen Basis etwa um ein Viertel kürzer ist als die beiden Seitenlinien; der geradlinig abgestutzte Hinterrand der Supraanalplatte geht unter sehr kurzer Verrundung in die Seitenränder über, die in der terminalen Partie ihres Verlaufes sehr schwach ausgeschweift erscheinen. Die Cerci sind lang, stilrund, stark gekrümmt — die Krümmung im basalen Drittel des Cercus am größten — mit den Spitzen gekreuzt, etwas proximalwärts des basalen Fünftels ihrer Länge an ihrer Innenwandung mit einer kleinen, medialwärts gerichteten, stumpfzahnförmigen Erweiterung. Das der Supraanalplatte vorhergehende 9. Abdominaltergit ist an seinem Hinterrande in der Mitte sehr tief und schmal spitzwinklig ausgeschnitten, in den Ausschnitt die proximale Partie der Supraanalplatte aufnehmend. Die Hinterecken des 9. Tergits sind distalwärts jederseits in eine ziemlich große, vertikal gestellte flügelförmige Anhangslamelle ausgezogen, welche sich jederseits zwischen den Seitenrand der Supraanalplatte und den Cercus einschiebt. Diese Anhangslamelle hängt durch ein sehr kurzes, wenig breites Verbindungsstück mit dem Tergit zusammen; sie hat die Form einer mit ihrer Spitze vertikal nach abwärts gerichteten, in oroanaler Richtung streichenden dreieckigen Platte, welche terminalwärts bis zum distalen Drittel der Supraanalplatte reicht. Der horizontale Oberrand der Platte stößt mit dem etwas längeren Hinterende derselben unter gleichmäßiger Rundung zusammen. Im ventralen Drittel ihres Verlaufes zeigen der Vorder- und der Hinterrand der Anhangsplatte eine plötzliche bogige Einschnürung, so daß der schmale Spitzenteil der Platte gegen die dorsale Partie derselben abgesetzt erscheint. Die Subgenitalplatte ist mäßig stark nach hinten gezogen ihre Seitenränder in ihrer proximalen Hälfte parallel, in ihrer distalen Hälfte mäßig stark terminalwärts konvergierend, der Hinterrand in seiner ganzen Breite seicht dreieckig ausgeschnitten. Die kurzen Styli jederseits in den Hinterecken der Subgenitalplatte eingelenkt.

Legescheide des ♀ wie bei *T. rapax* gebildet, an den äußersten Spitzen angedunkelt.

Long. corp. ♂ 13 *mm*, ♀ 14·5 bis 16·5 *mm*; long. ovipositoris ♀ 9·5 bis 10·5 *mm*.

Samoainseln. Mir liegen fünf von Dr. Rechinger auf Upolu und Savaii gesammelte Exemplare vor.

Nemobius grandis Holdh. n. sp.

Durch die bedeutende Körpergröße, relativ lange Beine und die beim ♀ ungemein stark verkürzten Elytren sehr ausgezeichnete Art.

Schwärzlichbraun, die Unterseite eben merklich heller, die Oberseite und die Beine mit einzelnen undeutlichen verwaschenen, etwas helleren Flecken unregelmäßig gezeichnet. Der ganze Körper mit dichter anliegender, dunkelbrauner Pubeszenz und einzelnen abstehenden schwarzen Borsten bekleidet.

Kopf so breit als die vorderste Partie des Pronotums, mit mäßig stark vortretenden Augen.

Pronotum kaum merklich breiter als lang, mit sehr seichter, undeutlicher vertiefter Mittellinie und sehr undeutlichen, Transversalfurchen, am Vorderrande geradlinig abgeschnitten, der Hinterrand in sehr flacher Rundung leicht nach rückwärts gezogen. Die Seitenränder geradlinig, verrundet in den Hinterrand übergehend. Bei direkter Ansicht von oben erscheint das Pronotum annähernd in der Mitte am breitesten, von hier nach hinten nur äußerst schwach, nach vorne eben merklich stärker verengt.

Elytren des ♀ ungemein stark verkürzt, den Hinterrand des zweiten Thorakaltergits nicht erreichend von der Form eines nach hinten verschmälerten stumpfwinkligen Dreiecks, ihr Außenrand leicht gekrümmt ihr Hinterrand gerade abgestutzt und in etwas schräger Richtung nach innen und vorne ziehend, um jederseits in einiger Entfernung von der Mittellinie des Körpers unter dem Hinterrand des Pronotums zu verschwinden, so daß die Elytra in der Mitte nicht zusammenzutreffen scheinen. Flügel fehlen. Abdomen

walzenförmig, etwas vor der Mitte am breitesten. Beim ♀ das achte Tergit an seinem Hinterrande in seiner ganzen Erstreckung breit und tief bogenförmig ausgeschnitten, die Supraanalplatte von der Form eines an der Spitze breit verrundet abgestutzten, mäßig hohen Dreiecks, mit seichter Medianfurche. Subgenitalplatte quertrapezförmig, in der Mitte des Hinterrandes winkelig ausgeschnitten. Legescheide etwa um ein Viertel kürzer als die Hinterschenkel, schlank und nahezu gerade, bis etwa zum distalen Siebentel ihrer Länge annähernt gleich breit, von da nach hinten verschmälert, scharf zugespitzt, die dorsalen Valven im distalen Siebentel ihres Verlaufes an ihrer Dorsalkante sehr deutlich zähnchenförmig, an ihrer Ventralkante undeutlich krenuliert. Cerci lang und schlank, die Legescheide etwas überragend, neben der dichten kurzen Pubeszenz mit zerstreuten, sehr langen, zarten Spürhaaren.

Beine etwas länger und schlanker als bei den anderen Arten der Gattung, die Hintertibien fast so lang als die Hinterschenkel. Die Seitendorne der Hintertibien von mäßiger Länge. Es sind jederseits drei durch beträchtliche Zwischenräume getrennte Seitendorne vorhanden, von denen der vorderste an der Außenseite etwa in das zweite Fünftel der Tibienlänge zu liegen kommt.

Long. corp. ♀ 10·4 *mm,* long. oviposit. 5·8 *mm,* long. femor. post. 7·5 *mm,* long. tib. post. 7·1 *mm.*

Insel Upolu. Von Dr. Rechinger in einem einzelnen ♀ Exemplare aufgefunden.

Gryllodes insularis Holdh. nov. spec.

Die Art, deren ♂ leider unbekannt ist, ist an der charakteristischen Färbung und den ungemein reduzierten Elytren des ♀ leicht kenntlich.

Kopf braunschwarz mit sehr deutlichem Erzglanze, die Ocellen und ihr nächster Umkreis gelbbraun, die vordere Partie der Stirne dunkel metallisch rotbraun, Clypeus und Oberlippe sowie die Seiten des Kopfes ventralwärts der Augen gelbbraun, die Palpen gelblich, die Fühler pechbraun mit gelblicher Wurzel. Pronotum schmutzig bräunlichgelb, auf der Scheibe mit kleinen, zerstreuten, dunklen Flecken, die abfallende Lateralpartie des Pronotums jederseits mit einem breiten schwarzen Längsband, welches analwärts bis an den Hinterrand herantritt, aber vom Seitenrand und dem Vorderrand des Pronotums durch eine wenig breite, gelbliche Randzone getrennt bleibt. Die Seitenrandkante des Pronotums dunkel gefärbt. Die Tergite des Meso- und Metathorax sowie des Abdomens von schmutzig hell bräunlichgelber Farbe, durch das Auftreten zahlreicher größerer und kleinerer dunkelbrauner Fleckchen marmoriert erscheinend. An den Seiten der Abdominaltergite fehlt diese Marmorierung, die beiden ersten Tergite des Abdomens sind an den Seiten einfarbig dunkel, die vier folgenden größtenteils gelblich, die weiteren dunkel gefärbt. Cerci pechbraun, Ovipositor dunkel gelbbraun. Unterseite schmutzig gelbbraun, die Vorder- und Mittelbeine von derselben Färbung, mit einzelnen dunkleren Fleckchen, Hinterschenkel schmutziggelb, an ihrer Außenseite mit Ausnahme einer einfarbig hellen, ventralen Randzone in ihrer distalen Hälfte mit dunkler Ornamentation. Tibien und Tarsen der Hinterbeine dunkel mit teilweise aufgehellten Flanken.

Kopf kaum merklich breiter als die vordere Partie des Pronotums, mit mäßig vortretenden Augen, Pronotum transversal, an seinem Vorderrande am breitesten und daselbst um mehr als ein Drittel breiter als lang, nach hinten etwas verengt, der Vorderrand des Pronotums geradlinig, in der Mitte in geringer Breite äußerst seicht ausgebuchtet, der Seitenrand geradlinig, mit dem Vorderrand unter kaum verrundetem, leicht stumpfem Winkel, mit dem geradlinigen Hinterrand in breiter Verrundung zusammentreffend. Mesonotum und Metanotum sehr kurz, nicht oder kaum länger als die folgenden Tergite. Flügel fehlen. Elytren — ich halte das vorliegende Exemplar für ausgereift — sehr reduziert, nicht über den Hinterrand des Mesonotums analwärts reichend, als kleine, annähernd kreisrunde, vollkommen lateral gelegene Läppchen erscheinend.

Abdomen walzenförmig, parallelseitig. Lamina supraanalis beim ♀ breit, an der Basis etwa die halbe Abdominalbreite einnehmend, etwas kürzer als an der Basis breit, von der Basis an sich analwärts gleichmäßig, mäßig stark verschmälernd, der Hinterrand breit verrundet abgestutzt. Lamina subgenitalis klein, trapezförmig. Ovipositor etwa um ein Viertel kürzer als die Hinterschenkel, schlank, kaum gekrümmt, die dorsalen Valven etwas vor der Spitze mit einer leichten dorsalen Einschnürung, von da terminalwärts scharfspitzig zulaufend.

Hintertibien kurz und kräftig, mit vier Paaren kräftiger Lateraldornen, das vorderste Paar steht etwa im proximalen zweiten Fünftel der Tibienlänge. Erstes Glied der Hintertarsen eben merklich mehr als doppelt so lang als der längste Endsporn der Tibien, in der lateralen Dorsalkante mit acht niedergedrückten Zähnen, von denen in der medialen Dorsalkante einige atrophieren.

Long. corp. 12·7 *mm*, long. oviposit 6 *mm*.

Savaii. Ein einzelnes ♀ von Dr. Rechinger gesammelt.

Rhaphidophora Rechingeri Holdh. n. sp.

Mit *Rhaphidophora deusta* Br. aus Hinterindien und *Rh. fulva* Br. von Java und Ceram zunächst verwandt, von ersterer Art durch geringere Größe, differente Färbung und abweichende Sexualauszeichnungen des ♂, von der leider nur im ♀ Geschlechte bekannten *Rh. fulva* durch minder robust gebaute Legescheide und zweifellos im ♂ Geschlechte durch differente Sexualkaraktere abweichend.

Rötlichbraun bis schwärzlichbraun, die Palpen, die Unterseite des Körpers, die Vorder- und Mittelbeine, die terminale Partie der Hinterschienen, die Hintertarsen, die Cerci und die Legescheide heller gelbbraun, die Hinterschenkel an ihrer Außenseite wie bei *Rh. fulva* mit schrägstreifiger Zeichnung. Stirne und Clypeus ebenso dunkel gefärbt als der Scheitel. An einem der vorliegenden Exemplare sind die Tergite von Thorax und Abdomen an den Seiten heller gefärbt. Die Behaarung des Körpers dicht, seidenartig, von dunkelbrauner Färbung, an den Seiten der Tergite goldgelb. Meso- und Metanotum sowie die vordersten Tergite des Abdomens jederseits an ihrem Hinterrande mit einem oder zwei kleinen goldgelb behaarten Flecken.

Tergite des Thorax und Abdomens in transversaler und longitudinaler Richtung vollkommen gleichmäßig gewölbt, ohne Unebenheiten. Seitenrand des Pronotums sanft und gleichmäßig gekrümmt, mit dem Hinterrande unter sehr stumpfem, verrundetem Winkel zusammentreffend. Vorder- und Mittelschenkel schlank, Hinterschenkel sehr stark verdickt, ihr innerer Ventralkiel ohne Dornen. Die dorsalen Randkiele der Hintertibien mit zarter Zähnelung.

Erstes Glied der Hintertarsen — exklusive des distalen Fortsatzes — eben merklich kürzer als der längste Apicalsporn der Hintertibien, seine Dorsalkante in ihrer distalen Hälfte mit 3 bis 4 kleinen, niedrigen Zähnchen.

Beim ♂ ist das siebente Abdominaltergit in der Mitte kurz stumpfwinklig nach rückwärts gezogen' das achte Abdominaltergit einfach, das neunte in der Mitte unter breiter stumpfwinkligen Verrundung sehr kurz nach hinten vortretend. Lamina supraanalis von dem vorhergehenden zehnten Abdominaltergit durch eine undeutliche, erloschene, in flach konvexer Krümmung oralwärts vorgezogene Nahtlinie getrennt, in der Anlage von rechteckigem Umriß, länger als breit, am Hinterrande dreieckig zulaufend, die Spitze ventralwärts geknickt. Auf der Oberseite erscheint die Lamina supraanalis plan, in ihrer hinteren Hälfte mit äußerst flacher medianer Depression. Die Lamina subgenitalis von quertrapezförmigem Umriß, in der Mitte in ihrer vorderen Hälfte mit einer scharfen, erhabenen Kiellinie, die sich oralwärts noch über das

anale Drittel des vorhergehenden Segments fortsetzt. Styli relativ lang, schlank, gerade, von annähernd kreisrundem Querschnitt.

Beim ♀ die Lamina supraanalis in der Mitte mit seichter Medianfurche, Lamina subgenitalis analwärts spitz dreieckig zulaufend. Ovipositor relativ stark und gleichmäßig gekrümmt. Die Valven scharf zugespitzt, die beiden ventralen Valven im terminalen Siebentel ihres Unterrandes zart krenuliert.

Long. corp. ♂ 16 *mm*, ♀ 13·5 *mm*, long. oviposit. 7 *mm*.

Von Dr. Rechinger auf den Samoainseln in zwei Exemplaren gesammelt: Upolu (♂), Savaii (♀).



Die Tafeln **IV, V** und **VI** sind im Text irrtümlich wieder mit I, II, III bezeichnet.

Tafel I.

Tafel I.

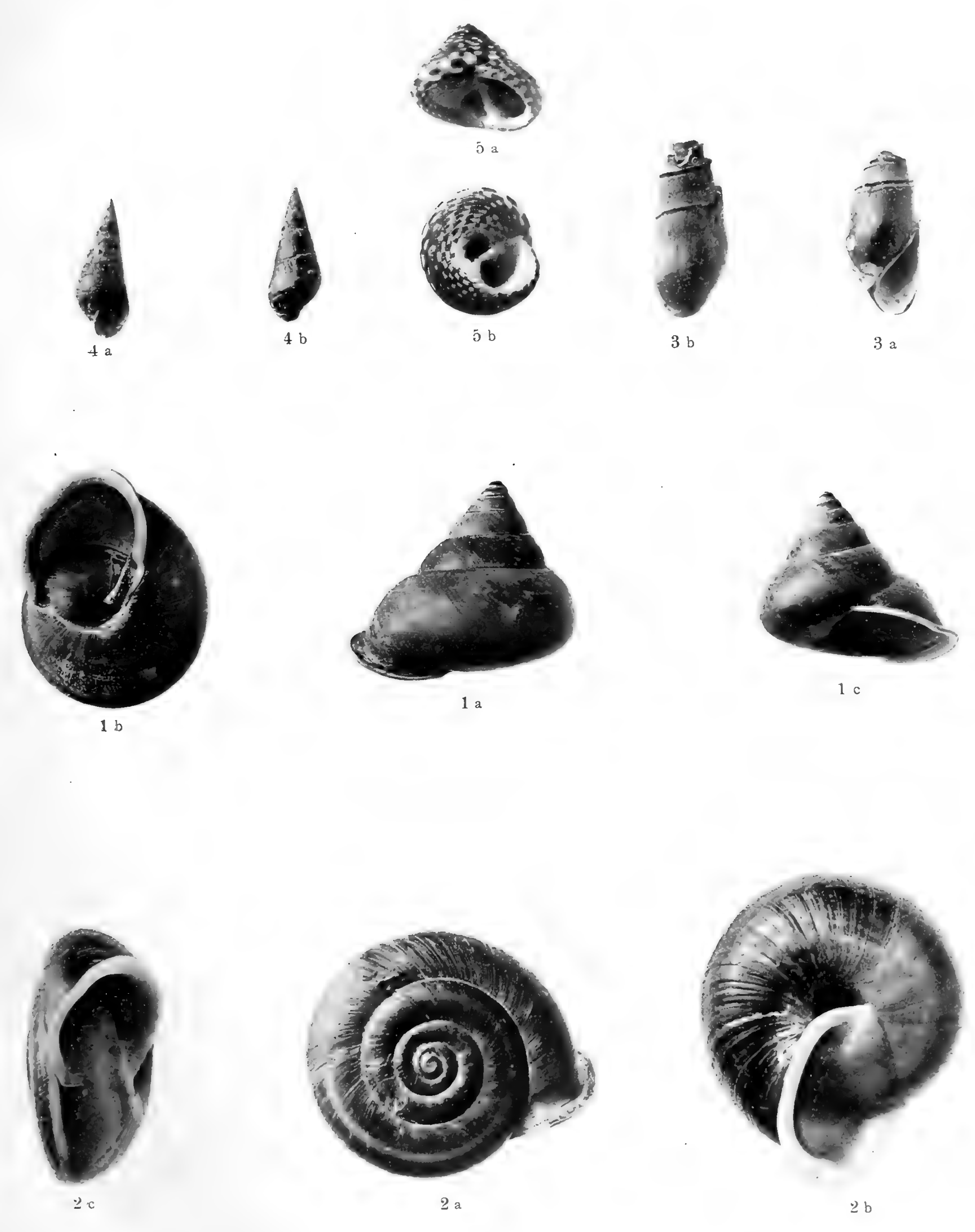
Fig. 1 *a—c:* *Papuina chancei rechingeri* Oberw., von Buin, Insel Bougainville. Nat. Größe. S. 131.

» 2 *a—c:* *Chloritis (Sulcobasis) isis* Pfr., von Kieta, Insel Bougainville. Nat. Größe. S 132.

» 3 *a—b:* *Melania (Tarebia) sturanyi* Oberw., von der Insel Bougainville. 2fache Vergr. S. 133.

» 4 *a—b:* » (s. str.) *rechingeri* Oberw., von der Insel Bougainville. Nat. Größe. S. 134.

» 5 *a—b:* *Gibbula calliostomoides* Oberw., von Upolu, Samoa. $3^1/_2$fache Vergr. S. 137.



phot. H. Fleischmann. Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.

Tafel II.

Tafel II.

Fig. 1. *Eriophyes hibisci* Nal., Rückenseite.

» 2. » » » Bauchseite.

» 3. » *hibiscitileus* Nal., Rückenseite.

» 4. » » » Bauchseite.

» 5. » *altus* Nal., Rückenseite.

» 6. » » » Bauchseite.

» 7. » *aoecus* Nal., Rückenseite.

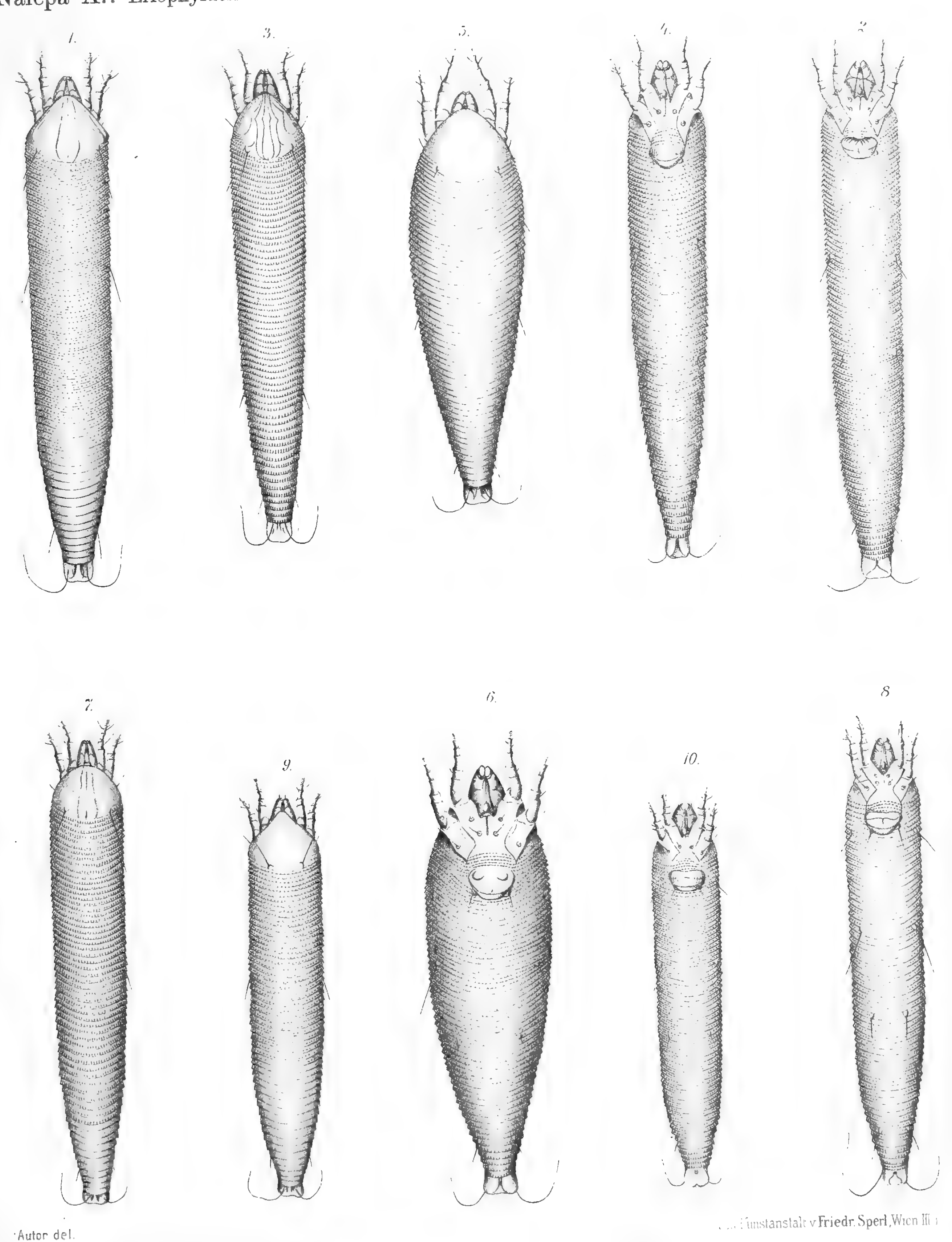
» 8. » » » Bauchseite.

» 9. » *samoensis* Nal., Rückenseite.

» 10. » » » Bauchseite.

Sämtliche Abbildungen sind bei einer 450fachen Vergrößerung (Reichert, I, 9) gezeichnet.

Nalepa A.: Eriophyiden.



Autor del.

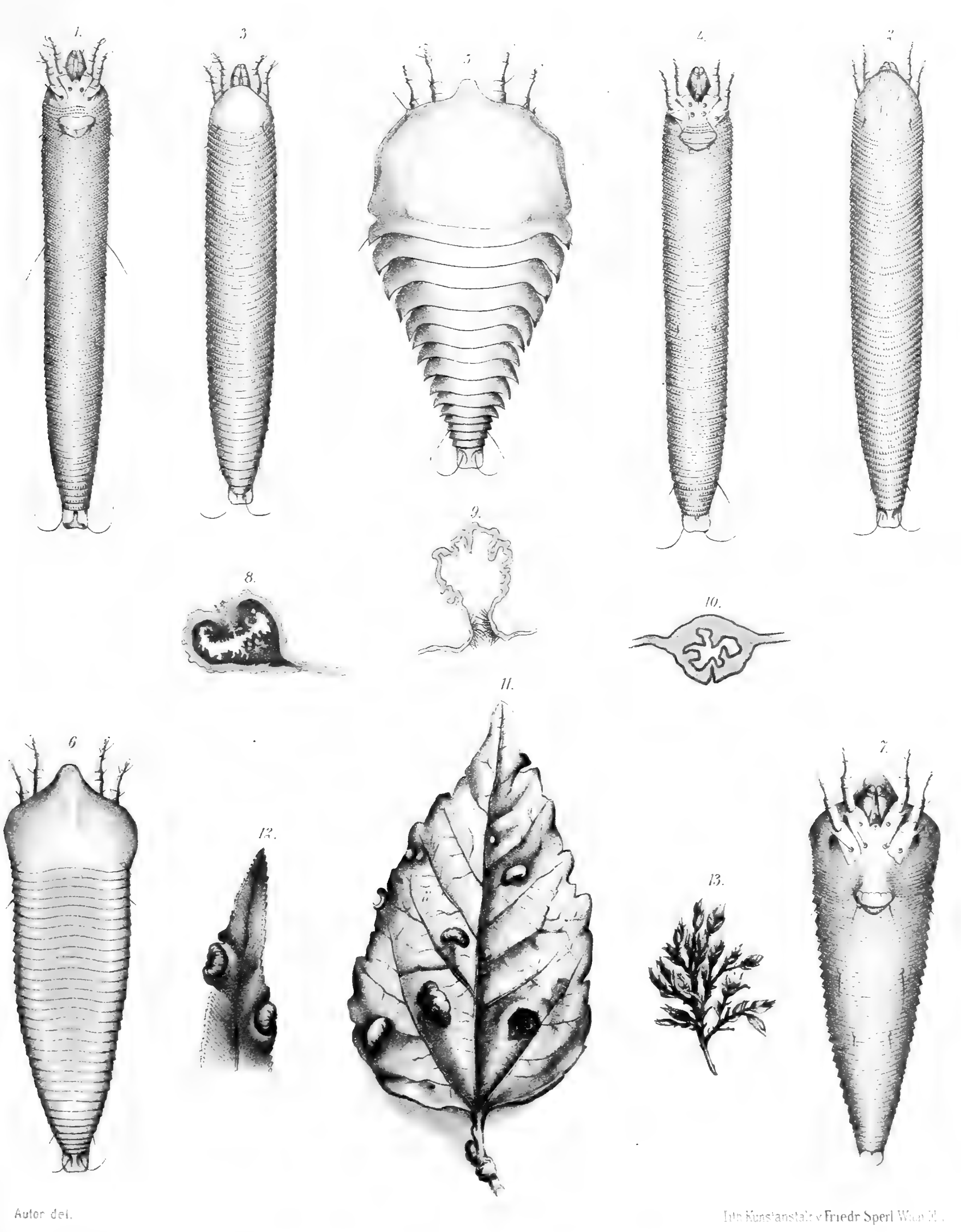
Kunstanstalt v. Friedr. Sperl, Wien III/1

Tafel III.

Tafel III.

Fig. 1. *Eriophyes pauropus* Nal., Bauchseite.
» 2. » » » Rückenseite.
» 3. » *cingulatus* Nal. »
» 4. » » » Bauchseite.
» 5. *Oxypleurites bisetus* Nal., Rückenseite.
» 6. *Phyllocoptes Rechingeri* Nal., Rückenseite.
» 7. » » » Bauchseite.
» 8. Galle von *Nephrolepis acuta* Presl var. *rufescens* Presl, Querschnitt (vergl. Fig. 12 dieser Taf.).
» 9. Galle, Querschnitt. Substrat unbekannt, vielleicht *Evodia.*
» 10. Galle von *Ipomaea denticulata* Chois., Querschnitt.
» 11. Blatt von *Hibiscus rosa sinensis* L., mit Gallen von *Eriophyes hibisci* Nal.
» 12. Gallen von *Nephrolepis hirsutula* Presl.
» 13. Knospenverbildung und Zweigwucherung von *Eugenia* sp.

Fig. 1—7 bei 450facher, 8, 9 und 10 bei zirka 5facher Vergrößerung, Fig. 11—13 in nat. Größe gezeichnet.



Autor del.

Lith. Kunstanstalt v. Friedr. Sperl Wien

Tafel IV.

Tafel IV.

Polypodium adnascens Sw. Bedeckt in dichtgedrängten Massen die Äste eines Exemplares von *Kleinhofia hospita* L. (Samoa).

Todea Fraseri Hook et Grev. var. *Wilkesiana* Christ. Nimmt die Mitte des Bildes ein (Baumfarn).

Rechts *Angiopteris evecta* Hoffm. An den Bäumen *Freycinetia*-Arten emporkletternd.

Samoa. Auf dem Berge Lanutoo, zirka 750 *m* s. m.



Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.

Tafel V.

Tafel V.

Pteris Wallichiana Agh. in lichten »sekundären« Urwäldern (Samoa).

Antrophyum plantagineum Kaulf. var. *angulatum* Luerss. mit einigen Lichenen einen Stamm von *Kleinhofia hospita* bedeckend. (Samoa.)





Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.

Tafel VI.

Tafel VI.

Acrostichum lomarioides Christ. Auf einem horizontalen Aste kriechend.

Links im Hintergrund *Meryta macrophylla* Seem. (Samoa.)

Aspidium davallioides Luerss. An senkrechten Baumstämmen emporkletternd.
Rechts *Astronia confertiflora.* A. Gray. Samoa. Auf dem Berge Lanutoo, zirka 750 *m* s. m.





Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.

KRISTALLTRACHTEN DES ZINNSTEINES

VON

HERMANN TERTSCH.

Mit 3 Tafeln und 28 Textfiguren.

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 15. OKTOBER 1908.

Die Frage um die Kristalltracht einzelner Minerale und deren charakteristische Formen des Auftretens ist naturgemäß so alt wie die wissenschaftliche Mineralogie überhaupt. Wenn sie jetzt, dank der Arbeiten von Becke, Gerhart, Kreutz und Neugebauer[1] wieder aktuell geworden ist, hat sich gleichwohl der Standpunkt der Beurteilung wesentlich verschoben. Man erstrebt die Ermittlung eines ursächlichen Zusammenhanges zwischen der Tracht und dem Vorkommen ein Ziel, das bei der Vielfältigkeit der maßgebenden Faktoren nur auf langem Wege erreicht werden kann.

Die bisherigen Untersuchungen erstrecken sich der Hauptsache nach auf eingewachsene Kristalle und ihre Zwillinge, beziehungsweise auf künstliche Produkte, an denen die Wachstumsverhältnisse auf Grund Becke'scher Darstellungsweise durch die Zentraldistanzen der Flächen zur Versinnlichung kommen. Nur in der eingehenden Arbeit von St. Kreutz sind auch aufgewachsene Zwillinge in die Untersuchung mit einbezogen worden.

Die vom Muttergestein nicht abgelösten aufgewachsenen Formen sind für sich noch nicht Gegenstand der Untersuchung gewesen.

Die Verschiedenheit der Ausbildungsweisen wechselt nicht allein nach den Fundorten, sondern selbst bei dem gleichen Vorkommen von Stufe zu Stufe, je nach den begleitenden Erscheinungen, wie:

---

[1] F. Becke: Einfluß der Zwillingsbildung auf die Kristallform beim Orthoklas — Mitt. d. Wiener Min. Ges. 1903, p. 195 u. Gipszwillinge v. Bochnia. — T. M. P. M. Bd. XXVI, 1907, p. 133.

H. Gerhart: Über die Veränderung der Kristalltracht von Doppelsulfaten durch den Einfluß von Lösungsgenossen. T. M. P. M. Bd. XXIV, 1905, p. 359.

St. Kreutz: Über die Ausbildung der Kristallform bei Kalzitzwillingen. — Denkschr. d. kais. Akad. d. Wiss. Wien, math. naturw. Kl. Bd. LXXX 1906, p. 15 (mit sehr ausführlicher Angabe der einschlägigen Literatur).

F. Neugebauer: Die Kristalltracht von einfachen Kristallen und Karlsbader Zwillingen des Orthoklases. T. M. P. M. Bd. XXV, 1906, p. 413.

fremde Minerale, umgebende Gesteine, Gangformen usw. Es ist daher eine große Mannigfaltigkeit der Tracht zu erwarten, was die Aufstellung bestimmter Typen wesentlich erschwert.

Um an einem Materiale, welches speziell die aufgewachsenen Formen zeigt, diese Verhältnisse studieren zu können, wurde der Zinnstein daraufhin eingehender geprüft.

Es gereicht mir zur Freude, an dieser Stelle allen jenen Herren, welche sich in irgend einer Weise der Arbeit förderlich gezeigt haben, meinen wärmsten Dank aussprechen zu können. So hat vor allen Herr Prof. Becke durch seine werktätige Anteilnahme die Untersuchung wesentlich gefördert, wie auch ihm in Verein mit den Herren Prof. Berwerth und Prof. Doelter die Erlaubnis zu danken ist, die den genannten Herren unterstehenden Sammlungen zur Auswahl des Materiales zu benützen. Auch Herr Dr. A. Lechner hat seine umfangreiche Privatsammlung der Benützung überlassen. Endlich verdanke ich Herrn Kustos Dr. R. Koechlin die Mitteilung der Goldschmidt'schen Methode, aus dem gnomonischen Kopfbild kantenrichtige Kristallbilder zu konstruieren.

Methode der Untersuchung.

Bei aufgewachsenen Kristallen ist es nicht immer möglich, Flächenpaare zwischen die Zinken einer Schubleere einzuschalten. Häufig sind die Kristalle so dicht geschart, so sehr mit anderen Mineralen vergesellschaftet, daß auf dem bisher eingeschlagenen, direkten Wege kein Erfolg erzielt werden kann. In vielen Fällen ist es auch unerwünscht, manchmal unausführbar, die Kristalle ohne Verletzung ihrer Form von der Unterlage vollständig abzuheben. Man kann also das Volumen nicht in üblicher Weise bestimmen.

Die hier vorgeschlagene, allerdings umständlichere Methode ist aber immer verwendbar, solange der Kristall allseits zugänglich ist.

Die Oberflächengestalt eines Kristalles ist eine Funktion der Wachstumsgeschwindigkeit in den Flächennormalen, beziehungsweise der Zentraldistanzen.

Denken wir uns ein tetragonales Prisma (110) mit schmalen Endflächen (100). Bleibt die Zentraldistanz 110 unverändert, während die Zentraldistanz 100 wächst, so muß die 100 immer schmäler werden, bis sie unendlich schmal wird, das heißt das Prisma 110 vorne in einer scharfen Kante schließt. 100 und ihre Zentraldistanz sind dann virtuell geworden (Becke). Demnach ist die Form und Dimension einer Kristallfläche abhängig von den Zentraldistanzen sämtlicher den Kristall begrenzender Flächen. Durch Abmessung und Verwertung der Kristallkanten muß ein Schluß auf die Zentraldistanz durchführbar sein. Vielfach genügt schon eine beschränkte Anzahl von Kanten zur eindeutigen Festlegung der Form.

Es ist sofort verständlich, daß bei einem einfach gebauten Kristall mit 100, 110, 101 und 111 für die 100 die Angabe der Länge (Höhe) und Breite zur vollständigen Fixierung genügt. Ebenso bei 110. Auch bei 101 müssen Länge und Breite ausreichen, ohne daß die Kante gegen 111 und 011 (eventuell gegen 110) gemessen würde. Hat man solche Kanten dennoch gemessen, können sie als ausgezeichnete Kontrolle dienen. Die Bestimmung der Flächenbreiten (Abstand bestimmter paralleler Kanten) ist besonders wertvoll. Die Erfahrung hat gelehrt, daß diese Messungsdaten weitaus am verläßlichsten sind und auch am leichtesten ermittelt werden können. Bei Messung mancher Begrenzungskanten kommt es nur zu häufig vor, daß gar nicht jene Kanten ausgebildet sind (durch Verzerrung) welche im Idealfall zu erwarten wären.

Man konstruiert nun mit Hilfe der gemessenen Breiten und Kanten drei charakteristische Schnitte.

1. Der Querschnitt, gleichzeitig Kopfbild, gibt die Zentraldistanzen der Prismenzone. Der Keimpunkt liegt, von komplizierteren Fällen vorläufig abgesehen, in der Mitte der Basis.

2. Schnitt parallel 010 liefert Zentraldistanz 101 und Zentraldistanz 001 mit hübscher Kontrolle bezüglich der Länge von 101.

3. Schnitt parallel 110 gibt Zentraldistanz 111 und Zentraldistanz 001. Dieser erfordert vorher die Zeichnung der 101-Fläche. Die Spitze wird nämlich ausschließlich von 101-Flächen gebildet. In dem 3. Schnitt müssen also die Kanten 101—011 eingetragen werden. Auch muß man die Hilfskonstruktion (101) wegen der nötigen Prismenhöhe von 110 ausführen. Diese ist mit 100 nur dann gleich hoch, wenn

100 und 101 gleich breit sind, was wohl nur ein Ausnahmsfall ist. Die 101 ist durch ihre Breite und Länge, wie auch durch die Breite der 100 eindeutig bestimmt.[1]

Damit sind die fraglichen Zentraldistanzen festgelegt.

Nun das Kristallvolumen. Becke setzt den Kristallinhalt gleich einer Kugel, bei aufgewachsenen Kristallen gleich einer Halbkugel. Die durch den Kugelradius dividierten gemessenen Zentraldistanzen geben dann die relativen Zentraldistanzen. Sonst pflegt man das Volumen durch Einsenken in Flüssigkeit zu ermitteln, was in unserem Falle ausgeschlossen ist. Der Liebenswürdigkeit des Herrn Prof. Becke verdankt der Verfasser eine sehr einfache Volumsbestimmung. Man denkt sich den Kristall in Anwachspyramiden zerlegt. Er zerfällt in so viele Pyramiden als Flächen sind. Die Scheitel liegen alle im Keimpunkt und die Höhen sind nichts anderes als die Zentraldistanzen. Es genügt also die mit Hilfe der Flächenzeichnungen höchst einfache Ermittlung des Flächeninhaltes der einzelnen Flächen, um unter Beiziehung der Zentraldistanzen das Volumen zu erhalten.

Bei dieser Methode ist alles auf der Genauigkeit der Kanten- und Breitenmessungen aufgebaut. Diese Messungsgenauigkeit erleidet allerdings häufig durch die Ausbildung des Materiales Einbuße. Bei kleinen Kristallen ist naturgemäß die Fehlermöglichkeit größer als bei großen, bei unregelmäßigen bedeutender als bei modellähnlichen.

Die Praxis lehrt bald die Grenze kennen, bis zu der die Genauigkeit getrieben werden kann. Immerhin soll bemerkt werden, daß die Differenz zwischen konstruierten und gemessenen Werten 3% selten, 5% nie überstieg. Die Messungen wurden durchgehends mit einem Steckzirkel und Ablesung an einer Millimeterskala ausgeführt, welch' letztere noch leicht $^1/_{10}$ *mm* abzuschätzen gestattete. Entsprechend der möglichen Genauigkeit wurden auch alle mathematischen Hilfen mit einem logarithmischen Rechenschieber ausgeführt.

Bisher wurde stillschweigend vorausgesetzt, daß der Kristall in allen seinen Teilen vollkommen zugänglich und modellgleich ausgebildet sei.

Bezüglich der Befestigung des Zinnsteines kann man sich an den Narben der von der Unterlage abgebrochenen Kristalle überzeugen, daß die außen absteckbaren Kanten tatsächlich den ganzen Kristall geben. Überrindungen mit Chlorit, Steinmark und ähnlichem lassen sich leicht entfernen. Verwachsungen mit anderen Individuen (Zwillingsbildung ausgenommen) verhindern die Messung.

Viel schwieriger zu erfüllen ist die Forderung, nur modellgleiche Kristalle durchzumessen. Man kann sagen, es gibt keinen Kristall, der nicht kleine Unregelmäßigkeiten in der Ausbildung erkennen ließe. Sicherlich wird man sich die regelmäßigsten Kristalle aussuchen, doch muß man auch bei diesen mancherlei Verzerrungen mit in Kauf nehmen. Verzerrungen gesetzmäßiger Art sollen uns in einem späteren Abschnitt beschäftigen.

Zur Ermittlung der Idealform müssen die unvermeidlichen kleinen Unregelmäßigkeiten ausgeschaltet werden. Dies geschieht am einfachsten dadurch, daß man von allen gleichartigen Kanten Mittelwerte berechnet und erst aus diesen Mittelwerten das Kristallbild konstruiert. An dem Volumen wird ja nichts geändert, wenn man einen schief aufgewachsenen Kristall ersetzt durch einen, dessen Basis zur Prismenzone senkrecht steht und durch den Mittelpunkt der alten Basis hindurchgeht. Der Kristall erscheint einfach aufgerichtet. Das erzielt man aber dadurch, daß man von den Höhen aller 100, denen aller 110 usw. das Mittel nimmt. Dabei kann es allerdings vorkommen, daß die so erhaltenen Mittelwerte untereinander nicht recht verträglich sind. Bei geringen Differenzen wird man unter Berücksichtigung der Messungsgewichte einen Ausgleich der Mittelwerte herstellen. Häufig tritt auch eine Form nicht

---

[1] Alle solche Flächenbilder lassen sich mit geringer Mühe aus der gnomonischen Projektion ableiten, welche überhaupt ausgiebigst verwendet wurde. Bei solchen Zeichnungen geht man von jenen Kanten aus, deren Messung am verläßlichsten erscheint. Dabei gibt dann der Vergleich der übrigen konstruierten Kanten mit den gemessenen eine ganz ausgezeichnete Kontrolle. Bei etwaiger Nichtübereinstimmung der gemessenen und konstruierten Werte wird man die bloß unsicher gemessenen Daten durch die aus den verläßlichen Angaben konstruierten Werte korrigieren (falls der Unterschied nicht zu bedeutend ist).

vollzählig auf, die 101 zum Beispiel mit 3 Flächen statt 4. Die Summe der gemessenen Flächenbreiten muß dann auf die volle Zahl (4) verteilt werden, das heißt man dividiert die Summe der Flächenbreiten immer durch jene Zahl, welche im Idealfall vertreten wäre.

Natürlich bleibt bei solchen Mittelwertsbestimmungen das Volumen nicht absolut unberührt, doch ist die Verschiebung so gering, daß bei der tatsächlich möglichen Genauigkeit die Volumsänderung noch innerhalb der Fehlergrenze liegt. Immer unter der Voraussetzung, daß die Verzerrung keine allzu weitgehende ist, hat man also den wirklichen (Original-)Kristall durch eine ziemlich genau volumsgleiche schematisierte Form ersetzt, welche ausschließlich aus den Mittelwerten konstruiert wird und Schemakristall heißen mag. Die Ermittlung der Zentraldistanzen erfolgt in der vorbeschriebenen Weise durch Konstruktion der drei charakteristischen Schnitte und der dazu nötigen Hilfszeichnungen. Wenn der Schemakristall keine anderweitige Beeinflüssung erkennen läßt, also gleichzeitig den modellgleichen Normalfall darstellt, kann er auch als Normalkristall[1] bezeichnet werden.

Erfahrungsgemäß haben nicht zwei Stufen von Zinnerz so ähnliche Kristallisationen, daß man sie in einer Idealform vereinigen könnte. Die größere Mannigfaltigkeit der aufgewachsenen Formen gegenüber den eingewachsenen ist in der außerordentlich wechselnden Beziehung zur Umgebung begründet. Deshalb muß jede Stufe für sich behandelt und von jeder der Idealfall abgeleitet werden. Den Modellkristall, welcher die typischen Trachteigentümlichkeiten der Stufe in sich vereinigt, wollen wir als Tracht bezeichnen.

Sind mehrere Trachten ähnlich, so lassen sich daraus größere Gruppen, sogenannte Trachttypen ableiten.

Alle Details der Methode können zweckmäßig erst bei der Behandlung der einzelnen Stufen zur Darstellung kommen.

Es mag noch betont werden, daß bis auf die unumgänglichsten Rechnungen alles graphisch gelöst wurde. Erstens kann die Genauigkeit nicht weiter getrieben werden, als es die Konstruktion gestattet, und zweitens hat die Konstruktion vor der mathematischen Behandlung die Fülle von mühelos erworbenen Kontrollen voraus.

Die Kristallzeichnungen (Trachtbilder ausgenommen) sind alle im gleichen Maßstabe (10fach vergrößert) ausgeführt und daher direkt vergleichbar. Alle sind dabei kantenrichtig gezeichnet, entsprechen also völlig den Maßen. Nur die Trachtbilder, welche volumsgleiche Kristalle darstellen, sind alle mit den 25fachen relativen Zentraldistanzen konstruiert.

Cornwallis—England.

Im Folgenden kommen einige Cornwaller Trachten zur Darstellung. Die Cornwaller Erze zeichnen sich durch ziemliche Mannigfaltigkeit in der Tracht und durch die Häufigkeit von Einzelkristallen aus. Dadurch war die Möglichkeit gegeben, einige brauchbare Kristalle durchzumessen, ohne einschneidende Korrekturen vornehmen zu müssen.

Zunächst werden Trachten zur Besprechung gelangen, welche von unverzerrten, das heißt nicht wesentlich verzerrten Kristallen abgeleitet wurden.

Ein weiterer Abschnitt ist den auf einem Umwege ermittelten Trachten gewidmet.

In beiden Abschnitten sind die einzelnen Trachten nach zunehmender Zentraldistanz 001 geordnet.

Tracht I.

Cornwall — k. k. naturhist. Hofmuseum, *Ab* 6736.

Von allen übrigen Cornwaller Vorkommen unterscheidet sich diese Stufe durch das Auftreten der sonst stets fehlenden 001. Die kleine, etwas gewölbte Stufe ist dicht mit mehr minder parallel gestellten

---

[1] Spätere Besprechungen werden zeigen, daß sich die beiden Begriffe durchaus nicht immer decken.

Kassiteritkristallen besetzt, zwischen denen sich reichlich Quarzkriställchen befinden, dazu winzige Spuren von Eisenkies. Die lebhaft demantglänzenden Erze schwanken in der Färbung zwischen nelkenbraun und honiggelb. Deutliche Schichtung nicht wahrnehmbar.

Diese eng zusammengedrängten, nahezu parallel gestellten Kristalle haben ein auffällig kurzes Prisma, wie es nie mehr beobachtet wurde. Die Kristalle sind sehr regelmäßig gebaut.[1] Verzerrungen traten fast nur am Rand der Druse und auch hier nicht sehr kräftig auf. Nur an einem niedergelegten Kristall trat eine abgeleitete Pyramide (321?) auf. Seine Unzugänglichkeit verhinderte Messungen.

Im allgemeinen machte die Stufe den Eindruck, als hätte sich die Kristallisation langsam und ungestört vollzogen. Heftige Konzentrationsströmungen und Temperaturschwankungen scheinen gefehlt zu haben. Es ist leicht vorstellbar, daß die zwischen zwei nahezu parallelen Kristallkeimen befindlichen Mineralpartikelchen Zeit genug fanden, um sich an dem einen oder anderen Keim orientiert anzulegen. Nachdem jeder Keim ringsum von anderen umschlossen ist, muß der Kristall sehr regelmäßig in die Breite wachsen. Verzerrungen an den nicht allseits umringten Randkristallen sind darnach leicht zu deuten.

Die der Messung sehr hinderliche dichte Anordnung zwang zur Verwendung zweier schwach verzerrter (Rand-)Kristalle. In beiden Fällen verlief die Verzerrung symmetrisch nach einer Zwischensymmetrieebene. Die Erfahrung und die mathematische Behandlung lehrten, daß in diesem Falle die in gewohnter Weise berechneten Mittelwerte untereinander durchaus verträglich sind. Eine derartige Verzerrung ist also praktisch als nicht vorhanden anzusehen.[2]

An der Stufe wurden beobachtet: 100, 110, 320, 101, 111, 001.

Die 100 ist selten, gewöhnlich bloß eine rundlich abgestumpfte Kante mit Fazetten zahlreicher abgeleiteter Prismen. Letztere nähern sich in ihrer Neigung sehr der 110, weshalb als Konstruktionsmittel 320 angenommen wurde. Die Kantenwinkel in der 101- und 111-Fläche stimmen am besten mit dieser Annahme überein.[3] Eine Scheidung in verschiedene 8seitige Prismen war bei der fast kontinuierlichen Wölbung von 110 gegen 100 unausführbar. Die ganze Prismenzone ist vertikal gestreift. Die 101 zeigt eine allerdings schwache Längsriefung, wie es Becke[4] von böhmischen Erzen beschrieb. Bei dem zweiten gemessenen Kristall (Taf. Fig. 2) sah man auf der 101 eine genau zur Kante von 111 symmetrisch liegende ausgeprägte Linie, welche sich in analoger Weise auf der $0\bar{1}1$ fortsetzte. Man gewann dadurch den Eindruck, als wäre auf die $1\bar{1}1$ noch eigens ein dreiseitiger Pyramidenstumpf aufgesetzt.

Die 001 ist zwar ihrer Lage, nicht aber ihrer Ausbildung nach als Fläche anzusehen. Sie ist rauh, gibt keinen einheitlichen Reflex, liefert aber den schon von Becke beschriebenen Lichtschimmer, welcher der Lage nach einer 111 entspricht. Die ganze Fläche ist mit Hügelchen besetzt, welche vermutlich von 111-Flächen gebildet werden, so als hätte infolge Materialmangels der Kristall seinen Bau gegen oben nur notdürftig geschlossen.

Aus den Messungsdaten wurden die Schemakristalle abgeleitet. In Taf. Fig. 1 und 2 sind zunächst die Originalkristalle und bei 1 *b* der zu 1 gehörige Schemakristall abgebildet.

---

[1] Die große Regelmäßigkeit und gleichzeitig Kurzsäuligkeit dichtgedrängter, nahezu parallel aufsitzender Kristalle ist häufig zu beobachten (Amethyst). Je lockerer die Angliederung, je verschiedener die Wachstumsrichtungen, desto unregelmäßiger im allgemeinen ihr Bau.

[2] In der Folge werden wir sehen, daß die Verträglichkeit der Mittelwerte bei Verzerrungen anderer Art nicht zu erreichen ist. Diese müssen anders behandelt werden.

[3] Eine goniometrische Messung war durch die Unmöglichkeit, Kristalle unbeschädigt abzulösen, ausgeschlossen. Es wurden von 101 und 111 Wachsabdrücke genommen und die Kantenwinkel unter dem Mikroskop ausgemessen. Aus dem mit Hilfe der gnomonischen Projektion konstruierten Flächenbild von 101 und 111 läßt sich leicht 320 als jenes Prisma bezeichnen, welches seiner Lage nach die größte Ähnlichkeit gegenüber den Messungsdaten aufweist.

[4] F. Becke: Über die Kristallform des Zinnsteines. T. M. P. M. 1877, p. 243.

Bei der konstruktiven Behandlung macht das Dazwischentreten der 320 einige Schwierigkeiten. Von dieser Fläche wurde nur die Breite gemessen. Die Kanten gegen 101 und 111 sind unverläßlich, die Höhe ist durch 100 und 110 gegeben. Die Hilfskonstruktion der Bilder von 101, 320, eventuell 111 geben die für die drei Hauptschnitte nötigen Daten. Bezüglich der Umgrenzung der 001 erhält man im ersten Falle zwei Mittelwerte, den der Kante 001 gegen 101 und jenen der Kante gegen 111. Da der erstere mit der Breite von 101 nicht übereinstimmt, muß eine kleine Ausgleichskonstruktion eingeschoben werden, um die 001 nicht zu tief in den Kristall einzubetten.

Nach Ausfertigung der Hilfskonstruktionen wurden aus den drei charakteristischen Schnitten die Zentraldistanzen abgesteckt.

Zur Bestimmung der relativen Zentraldistanzen sollte man nun von jedem Kristall das Volumen bestimmen. Die Becke'sche Methode ist zwar einfach aber zeitraubend. Hat man sich einmal dazu entschlossen, an Stelle des Originales den Schemakristall zn setzen, dann kann man auch alle gemessenen Zentraldistanzen nach einem bestimmten Maße reduzieren. Am einfachsten ist es, die Zentraldistanz 110 = 1 zu setzen, das heißt alle Zentraldistanzen durch die Zentraldistanz 110 zu dividieren.[1] Die so erhaltenen Werte wollen wir die »reduzierten Zentraldistanzen« nennen. Will man nun mehrere Kristalle vereinigen, so berechnet man für jeden die reduzierten Zentraldistanzen, Zahlenreihen, welche alle auf die gleiche Zentraldistanz 110, nämlich = 1, umgerechnet sind. Von diesen vergleichbar gemachten Zentraldistanzen nimmt man dann die Mittelwerte und erst mit diesen mittleren reduzierten Zentraldistanzen wertet man nach der Becke'schen Methode das Volumen aus. Man hat dabei den Vorteil, das Volumen bloß einmal bestimmen zu müssen.

Die gemessenen und reduzierten Zentraldistanzen sind in folgender Tabelle zusammengestellt.

Gemessene Zentraldistanzen in *mm*		Indices der Kristallflächen	Reduzierte Zentraldistanzen		Mittel	Indices der Kristallflächen	Relative Zentral-distanzen
1	2		1 reduziert mit Zentraldistanz 110 = 2·935	2 reduziert mit Zentraldistanz 110 = 2·365			
3·895	3·22	100	1·33	1·36	1·345	100	1·137
2·935	2·365	110	1	1	1	110	0·846
3·31	2·705	320	1·13	1·14	1·135	320	0·960
3·45	2·59	101	1·18	1·10	1·140	101	0·965
3·34	2·68	111	1·14	1·13	1·135	111	0·960
3·53	2·925	001	1·20	1·24	1·220	001	1·032

Die letzte Zahlenreihe wurde aus den mittleren reduzierten Zentraldistanzen nach Auswertung des zugehörigen Volumens berechnet; Tracht I. (Taf. Fig. 3.)

Diese Zahlenfolge ist besonders dadurch interessant, daß sie wie bei keinem anderen Cornwaller Erz mehr sich der Idealgestalt, das heißt der völligen Gleichheit der Zentraldistanzen nähert. Soweit es die ebenen Kristallflächen gestatten, ähnelt die Tracht einer Halbkugel, die Flächen sind nahezu im Gleichgewicht. Wir nennen Kristallflächen dann »im Gleichgewicht«, wenn sie gleiche Zentraldistanzen besitzen.

---

[1] Die Zentraldistanz 110 wurde deshalb gewählt, weil 110 an den Zinnerzen nie fehlt, demnach immer zum Vergleich herangezogen werden kann.

Tracht II.

Dalcoak Mine — Miner. petrogr. Institut der Universität Wien, 8468.

Die Zinnsteine dieser Stufe sind teilweise in rostiger, chloritischer Masse eingesenkt und sitzen auf dem für Cornwall so charakteristischen dunkelgrünen (turmalinisierten?) Ganggestein. Quarz fehlt vollständig. Bezeichnend ist das kräftige Hervortreten der 321 bei niedrigem Prisma. Die Bezeichnung »Nadelzinn« ist nicht glücklich gewählt. Die Kristalle sind dunkel schwarzbraun ohne deutliche Zonarschichtung.[1] Die normal aufgewachsenen Kristalle sind in Chloritmasse tiefer eingesenkt als die schief liegenden. Von Zwillingsbildung konnten nur Spuren gefunden werden. Bezeichnend ist auch, daß trotz der mannigfaltigsten Lagerung keine wesentlichen Verzerrungen auftreten.

Da die Kristalle nicht allseits zugänglich waren, konnte nur ein Individuum vollständig durchgemessen werden.

Zu beobachten waren: 110, 320, 101, 111, 321. Die 320 und 321 bilden die charakteristischen parallel 001 verlaufenden Kanten. 110 war bei den normal aufsitzenden Kristallen regelmäßig als mehr minder schmale Fläche entwickelt. Bei schief liegenden Individuen konnte sie gelegentlich durch Überwuchern der 320 an der freien Oberfläche verschmälert oder verdrängt werden. Trotz dieser Verzerrung zeigten sich die Kopfflächen in ihrer Form ungestört, ein sicheres Merkmal für die Bedeutungslosigkeit der Verschiebung von 110. Auf die besonders geringe Empfänglichkeit dieser Tracht gegenüber verzerrenden Einflüssen wollen wir in anderem Zusammenhange zurückkommen.

Stellenweise erkennt man an Stelle der 110 eine seichte Rinne (Kombinationsbildung von 320 und 230) eigentlich aus mehreren parallelen Rinnen zusammengesetzt.[2] Für die Konstruktion wurde diese Bildung vernachlässigt und eine kontinuierliche 110 angenommen.

Die vertikal gestreifte Prismenzone ist meist chloritisch überrindet, die Pyramiden immer frei; eine für Cornwaller Erze häufige Erscheinung.

Taf. Fig. 4 gibt ein Bild des untersuchten Kristalles. Für die Konstruktion des zweiten und dritten Schnittes ist die Länge der scharfen (321—$3\bar{2}1$) und stumpfen (321—231) Kanten von 321 erforderlich. Erstere sind vielfach »gefälscht« (vgl. Taf. Fig. 4), also unverläßlich, dagegen liefern die stumpfen Kanten vorzügliche mit den Daten für 101 und 111 verträgliche Mittelwerte. Aus diesen werden die scharfen Kanten der 321 rekonstruiert.

Am schwierigsten war die Ermittlung der Prismenhöhe. Um sicher zu gehen, wurde der dargestellte schief liegende Kristall verwendet, der auch noch Flächen der Unterseite zeigte. Dafür waren die rückwärtigen Kopfflächen nicht ganz vollständig. Der Kristall bleibt im wesentlichen ungeändert, wenn man die untere Hälfte abtrennt und zur Ergänzung der oberen Hälfte verwendet, das heißt, die Prismenhöhe des vertikal aufgerichteten Kristalles ist die Hälfte der längsten Prismenkante.

Wird dieses Umklappen der unteren Hälfte ausgeführt, dann erhält man den Ring der 321-Flächen in ziemlich normaler Ausbildung. Die 111-Flächen brauchen keine Ergänzung, sie sind vollständig regelmäßig. Die rückwärtige Begrenzung lieferte mit den Kopfflächen Schnitte, die auf eine $\bar{1}10$ und $\bar{3}\bar{2}0$ schließen ließen.

Die Behandlung erfolgt wie gewöhnlich durch Konstruktion der drei Hauptschnitte. Schwierigkeiten macht bloß die Bestimmung der Zentraldistanz 321. Zu diesem Zwecke ist ein Schnitt $\|$ 320 nötig, da 320 und 321 in einer Vertikalzone liegen. Natürlich muß erst konstruktiv die für diesen Schnitt gültige Prismenhöhe erschlossen werden.

In der folgenden Tabelle wie auch sonst werden alle virtuellen Zentraldistanzen, wie auch alle virtuellen Flächen durch eine Klammer ( ) kenntlich gemacht.

---

1 Hier wie im vorigen Falle ist deshalb die Schichtung natürlich nicht ausgeschlossen. Vielleicht, daß Querschnitte davon etwas erkennen ließen.

2 Vgl. Becke's Beschreibung der 101 von böhmischen Erzen mit ihrer Rinnenbildung durch 111 und $1\bar{1}1$.

Gemessene Zentraldistanzen in *mm*		Relative Zentraldistanzen
(1·35)	(100)	(0·946)
1·10	110	0·770
1·14	320	0·798
1·92	101	1·345
1·80	111	1·261
1·50	321	1·051
(2·26)	(001)	(1·584)

Um auch noch zu prüfen, welchen Einfluß das völlige Verschwinden der 110 auf die Zentraldistanzen ausübt, wurden 320 und 230 zum Schnitt gebracht (110 virtuell). Die Zentraldistanzen steigt dabei von 1·1 auf 1·15. Der Unterschied ist so gering, daß man noch keinen Anstand nehmen dürfte, beide Zahlen in einem Mittelwerte zu vereinen. Die Verzerrung ist also bedeutungslos.

Es muß aufmerksam gemacht werden, daß erstens der gemessene Kristall eine auffallend schmale 101 trug und zweitens die Ermittlung der Prismenhöhe aus einer Messung eine Kontrolle wünschenswert machte.

Da die vollständige Durchmessung eines zweiten Kristalles nicht ausführbar war, riet Herr Prof. Becke dazu, wenigstens teilweise Messungen vorzunehmen und diese dann zu vereinen. Das läßt sich in folgender Weise ausführen. An mehreren Kristallen waren die Köpfe gut entwickelt, das Prisma versenkt. Die Mittelwerte der an einem Kristall gemessenen Längen und Breiten der [101] stehen in einem bestimmten Verhältnis.[1] Setzt man die Breite zum Beispiel = 1, dann gibt die Verhältniszahl direkt die zugehörige Länge der 101. Der gemessene Kristall zeigte die Verhältniszahl 11·75 (Länge 101: Breite 101 = 11·75 : 1). Andere dagegen lieferten 6·37, 3·0, 3·3. Als Mittel dieser Verhältniszahlen resultiert $\frac{\text{Länge}}{\text{Breite}}$ 101 = 6·105. An dem Trachtkristall muß also die 101 so konstruiert werden, daß sie diesem Verhältnis entspricht.

Ähnlich so die Kontrolle der Prismenhöhe. Als maßgebend wurde das Verhältnis der Kante 320—110 (beziehungsweise 320—230) zu der Breite der 320 angesehen. 320 mußte aber hiebei oben und unten

Relative Zentraldistanzen		
unkorrigiert		korrigiert
(0·946)	(100)	(0·866)
0·770	110	0·706
0·798	320	0·732
1·345	101	1·444
1·261	111	1·329
1·051	321	1·046
(1·584)	(001)	(1·669)

[1] Um sicher zu gehen, müssen immer alle 4 Flächen an einem Kristall durchgemessen und in einem Mittelwert vereinigt werden, damit man gelegentlichen Unregelmäßigkeiten ausweicht. Dadurch wird aber die Zahl der zu solchen Messungen (Kontrollen) tauglichen Kristalle sehr eingeschränkt.

gekantet (doppelendig) sein. Die analog gewonnene mittlere Verhältniszahl war 3·002 oder, da nur die halbe Prismenhöhe verwendet wird, 1·501.

Durch die am Kristall gegebene 320-Breite ist die Prismenhöhe, durch die 101-Länge die Breite der verwendeten Pyramide festgelegt. Die anderen Flächen müssen dementsprechend korrigiert werden.

Das Volumen des mit Korrektur versehenen Kristalles wird nun ermittelt und die relativen Zentraldistanzen der Tracht II bestimmt. (Taf. Fig. 5.— Vgl. die Tabelle auf der vorhergehenden Seite.)

Tracht IIIa.

Cornwall — k. k. naturhist. Museum Wien, A_q 33.

Auf und mit Quarz sind prächtige, scharf ausgebildete Kristalle der Stufe aufgewachsen. Chloritische Beimengungen sind in geringer Menge vorhanden. Die Größe der einzelnen Individuen schwankt von 0·5 *cm* bis zu verschwindenden Formen. Auch die Färbung ist nicht einheitlich und erinnert an Tracht I, doch kann man hier deutlich zonenweisen Farbenwechsel sehen. Meist ist ein ziemlich schwarzbrauner Kern mit kräftiger Verbreiterung in der Region der Pyramiden von einer helleren Hülle umschlossen.

Sehr auffallend waren die Größenunterschiede je nach der Stellung, welche die Kristalle gegenüber der Unterlage einnehmen. Die wenigen normal aufgewachsenen Individuen waren klein, scharf geschnitten und langsäulig. Die schief aufsitzenden Kristalle zeigten heftige Wachstumsunregelmäßigkeiten, waren bedeutend voluminöser und kurzsäulig. Dieser sehr auffallenden und gesetzmäßig ausgebildeten Erscheinung soll in der Folge noch ein eigenes Kapitel gewidmet werden (Tracht III*b*). Vorläufig kommen nur die an unverzerrten Kristallen vorgenommenen Messungen zur Darstellung.

Beobachtete Flächen 100, 110, 320, 101, 111.

Die 100 sehr schmal oder fehlend (siehe den abgebildeten Kristall Taf. Fig. 6). Ist sie ausgebildet dann ist sie immer tadellos scharf und glänzend. Prismenzone vertikal gestreift und gewölbt. Der Reflex der 320 war immer in einen ganzen Lichtstreifen ausgezogen. Ein der 210 entsprechender Reflex konnte manchmal wahrgenommen werden. Eine wirkliche Messung mußte wegen der Unmöglichkeit, die 210 von der 320 abzugrenzen, wie auch wegen der besonderen Schmalheit unterbleiben.

Im ganzen wurden zwei schöne, verzerrungslose Kristalle vollständig durchgemessen, die »reduzierten Zentraldistanzen« bestimmt (Tracht I), aus deren Mittel das Volumen berechnet und daraus die relativen Zentraldistanzen der Tracht III*a* abgeleitet.

Das Mittel der reduzierten Zentraldistanz 100 erweist sich in der Konstruktion als virtuell.

Gemessene Zentraldistenzen in *mm*			Reduzierte Zentraldistanzen		Mittel		Relative Zentral-distanzen
1	2		1	2			
1·80	(1·60)	100	1·30	(1·32)	(1·31)	(100)	(0·762)
1·40	1·21	110	1	1	1	110	0·581
1·51	1·33	320	1·08	1·10	1·09	320	0·634
3·71	3·42	101	2·65	2·82	2·735	101	1·590
3·44	3·08	111	2·46	2·51	2·485	111	1·445
—	—	(001)	—	—	(3·2)	(001)	(1·861)

Tracht IV.

Cornwall — Mineral. Institut der Universität Wien, 3419.

Quarz fehlt wieder vollständig. Mehrere dünne Erzadern durchsetzen das dunkelgrüne Gestein. Chloritische Beimengungen begleiten die glänzend schwarzbraunen, spitz zulaufenden Kriställchen, welche hier den Namen »Nadelzinn« voll verdienen. Die Kristalle sind in ihrer Lage außerordentlich stark divergierend. Die Ähnlichkeit des Erzvorkommens mit Tracht II ist recht bedeutend.

Die nur an den Kanten schwach braun durchschimmernden Kristalle verraten keinen Schichtenbau. Man konnte die Andeutung von Zwillingsbildungen und häufiges Auftreten von Kristallstöcken beobachten. Letztere waren meist ganz oder teilweise niedergelegt, am Kopf scheinbar abgebrochen. In Wirklichkeit besteht der Kopf aus einer großen Menge dicht nebeneinander gestellter, spitzer Pyramiden, die Enden der im Stock vereinigten Einzelindividuen. Gleichzeitig trat am Stock ein unsicher begrenztes, gewölbtes, 8seitiges Prisma (320?) auf, welches sich als die typische Notfläche[1] (Becke) dokumentierte. Die einzelnen Kristalle, ja selbst die Zwillinge zeigten dieselbe Unempfindlichkeit gegen deutliche Verzerrungen,[2] wie dies schon bei Tracht II hervorgehoben werden mußte. Die sonst nie fehlende Wachstumszunahme im stumpfen Winkel der Zwillinge (in der gemeinsamen Molekularrichtung), auf die seit Becke in den eingangs zitierten Arbeiten so oft hingewiesen wurde, fehlt hier. Es konnte also selbst ein Zwillingsteil ungehindert der Messung unterzogen werden. Dazu war man allerdings gezwungen, da die anderen in tiefen Mulden sitzenden Kristalle nicht allseits zugänglich waren.

Der gemessene Zwillingsteil war ziemlich normal aufgewachsen, die andere Hälfte niedergelegt und durch Bruch beschädigt. Der etwa 0·3*cm* hohe aufrechte Teil war auffällig regelmäßig und wie alle Kristalle der Stufe sehr flächenarm. (110, 111, 321.) Nicht genug, daß 100 und 001 fehlen, hier wurde auch 101 virtuell.

Die vertikal gestreifte 110 bildet mit 321 schwach gekrümmte Kanten, besonders bei dem Zusammenstoß der 321 — 231. Rinnenbildung an dieser Stelle wie in Tracht II. Auch hier wurde die seichte Rinne vernachlässigt und 110 als kontinuierliche Fläche angesehen.[3]

Die Messung war Lupenarbeit.

Die Ermittlung der relativen Zentraldistanzen erfolgt genau nach Muster des bei Tracht II Gesagten (unkorrigierte relative Zentraldistanzen).

Die Betrachtung anderer Kristalle derselben Stufe zeigte, daß der gewählte Kristall verhältnismäßig ungewöhnlich große 111-Flächen trug. Um die Tracht wirklich als den Idealfall hinstellen zu können, mußte auf die im allgemeinen schärfere Spitzenbildung Rücksicht genommen werden. Am einfachsten ist die Benützung der 321, welche durch Verschiebung der 111 sehr stark ihre Form ändert. Da nur die Messungen an den stumpfen Kanten (321—231) verläßlich sind, werden diese mit der Kante 321—111 verglichen. Während dieses Verhältnis (Kante 321 — 111 = 1) bei dem gemessenen Kristall = 2·94 war, gibt der Mittelwert mehrerer am Kopf durchgemessener Kristalle in Verbindung mit dem ersten die Verhältniszahl 6·283. Die Prismenhöhe erforderte keine Korrektur, da auch andere Kristalle die gleichen Verhältnisse zeigten.

Nach entsprechender Korrektur der 321-Fläche und Volumsauswertung erhält man die korrigierten relativen Zentraldistanzen, welche die Tracht IV kennzeichnen sollen. Das Trachtbild ist im üblichen Maßstab in Taf. Fig. 7 dargestellt.

---

[1] F. Becke: Ein Beitrag zur Kenntnis der Kristallformen des Dolomit. T. M. P. M. Bd. X. 1889, p. 135.

[2] Verzerrungen waren nie ausgeschlossen, aber weder kräftig noch gesetzmäßig.

[3] Diese Rinnenbildung genau im Zusammenstoß der 321—231 ist eine an den Cornwaller Erzen außerordentlich häufige Erscheinung.

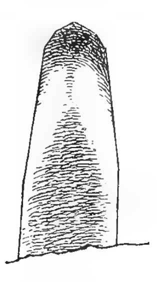
Gemessene Zentraldistanzen in *mm*	Relative Zentraldistanzen		
	unkorrigiert		korrigiert (Tracht IV)
(1·1)	(0·832)	(100)	(0·815)
0·775	0·590	110	0·574
(2·375)	(1·805)	(101)	(2·015)
2·2	1·676	111	1·778
1·32	1·004	321	0·978
(2·86)	(2·177)	(001)	(2·310)

Tracht V.

Cornwall — Mineral. Institut der Universität Wien, 3421.

Die Ähnlichkeit mit der eben beschriebenen Druse wäre sehr groß, wenn nicht hier wieder Quarz eine Rolle spielte. Auch hier ist an den nadelspitzigen Kristallen keine Spur einer deutlichen Verzerrung zu sehen, Zwillinge scheinen zu fehlen. Die besondere Schärfe der Nadeln ist durch das Auftreten einer sehr steilen Pyramide bedingt. Bei scharfem Lichte zeigen die Kriställchen meist einen dunkleren Kern, eine hellere, bernsteingelbe Umhüllung und an der Spitze nochmals eine dunkle, aufgesetzte Kappe, welche nicht selten mit dem innersten Teil durch einen dünnen Strang verbunden ist. (Fig. 1.) Bei den Cornwaller

Fig. 1.



Erzen ist in der Regel wechselnde Schichtfärbung mit dem gleichzeitigen Auftreten von Quarz verknüpft. Tracht II und IV sind vorzügliche Gegenproben.

Man kann auch an anderen Stufen häufig beobachten, daß sich Quarz gerne in der Nähe der heller gefärbten Kristalle befindet. Stoßen hellere Zonen des Erzes und Quarz aneinander, so tritt von keiner Seite eine Umwachsung ein, beide dürften die gleiche Kristallisationskraft haben. Dagegen scheint bei Abscheidung der dunklen Kappe des Zinnsteines der Quarz sein Wachstum eingestellt zu haben; denn er wird vom dunklen Zinnerz umwachsen. Besonders klar sind die Verhältnisse, wo winzige doppelendige Quarzsäulchen quer auf die Nadelspitze des Zinnsteines aufgesetzt sind. Solche Säulchen dürften bei dem Wachstum der helleren Zone einfach vorgeschoben worden sein. Sobald aber die dunkle Schichte sich abzusetzen beginnt, bleibt der Quarz liegen und wird von der dunklen Zone wie in einer Gabel umfaßt. Mit aller gebotenen Vorsicht ließe sich daraus der Schluß ziehen, daß bei den Cornwaller Erzen die hellen Zinnsteine und jene mit hellen Zonen ihre Ausbildung der gleichzeitigen Abscheidung von Quarz verdanken.

Die Kleinheit der Kristalle und ihre sehr unregelmäßige Lagerung ließ einen einzigen (den größten) Kristall zur Messung gelangen. Übrigens waren alle Individuen von überraschender Ähnlichkeit, so daß auch ein Kristall zur Feststellung der Tracht genügt. Auch hier war die Messung Lupenarbeit (5 *mm* Höhe, 1·5 *mm* Breite). Beobachtet wurden 110, 320, 101, 111, 771. Um die Indizes der letzten Fläche zu ermit-

teln, wurde diese sehr steile Pyramide unter dem Mikroskop eingestellt und die Winkel der Kanten 320—110 und 110—230 auf ihr gemessen. Die Werte waren 131° und 130°. In Frage konnten nur 551 oder 771 kommen. Erstere würde 138°, letztere 128° verlangen. Die fragliche Fläche nähert sich also am meisten der 771.

Fig. 2.

Die schlechte Übereinstimmung der gemessenen und berechneten Winkel rührt von der außerordentlich schlechten Entwicklung der Fläche her. Beigegebene Skizze (Fig. 2) zeigt das Aussehen der »Fläche« unter dem Mikroskop. Die Kanten sind schwach gekrümmt, die Fläche selbst mulmig, gewölbt, sehr unruhigen Charakters. Stellenweise erscheint sie geflossen, an anderen Stellen beobachtet man Treppenbildungen durch 321 und 231. Man wird lebhaft an die Hauy'schen Dekreszenzen gemahnt und erkennt alle Merkmale einer typischen »Notfläche«. (Becke, l. c.)

Die hier beschriebene Erscheinung ist förmlich ein Schulbeispiel zu jenen Auseinandersetzungen, welche Becke[1] vor kurzem derartigen Flächen widmete. Von solchen Flächen kann keine absolute Übereinstimmung mit der Flächenlage der 771 gefordert werden.

Bei dem Zusammenstoß der 321—231 trat die oft erwähnte Rinne, diesmal auf der 771, wieder auf.

Die mit 771 identifizierte Notfläche machte bei Bestimmung der Zentraldistanzen keine wesentlichen Schwierigkeiten.

Die »Tracht V« kommt in Tafel Fig. 8 zur Abbildung.[2]

Gemessene Zentraldistanzen in *mm*		Relative Zentraldistanzen
(1·085)	(100)	(0·634)
0·845	110	0·494
0·90	320	0·526
4·44	101	2·590
4·20	111	2·450
2·24	321	1·309
1·50	771	0·875
(5·20)	(001)	(3·040)

Tracht VI.

East Pool — Mineral. und petrogr. Institut der Universität in Wien.

Hier erscheint der Nadeltypus zum Extrem getrieben. Es ist leicht verständlich, daß nicht eine Häufung von Pyramiden, sondern eine ungewöhnliche Prismenlänge derartige Nadeln veranlaßt.

Die Druse ist sehr klein. Auf wechselnder Unterlage von derbem Quarz und dunkelgrüner Gangmasse sitzen zierliche Quarzsäulchen, etwas milchig angeätzt. Dazwischen befinden sich die Zinnstein-

---

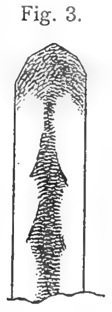
1 F. Becke: Bemerkungen über krumme Kristallflächen. T. M. P. M. 1907, p. 403.

2 Die gleiche Tracht fand sich auch auf einer Stufe aus der Schausammlung des Mineral. Institutes der Universität in Wien und des k. k. naturhistorischen Hofmuseums E 4538. Die kontinuierliche Wölbung der Prismenzone gestattete keine Scheidung der 110, 320, eventuell 210. Dies und die geringe Zugänglichkeit der Einzelkristalle ließ jede messende Behandlung aussichtslos erscheinen.

kristalle. Die Färbung zeigt schichtenweisen Wechsel. (Quarz als Begleiter!) Der dunkle Kern ist eigentümlich spindelig angelegt und sieht aus, als ob während der Abscheidung häufig Änderungen im Verhältnis von Zinnstein und Quarz eingetreten wären, wodurch die hellere Hülle bald mehr, bald minder zur Ausbildung kam. (Fig. 3.) Infolge der ziemlichen Breite der lichteren Zone erhalten die Kristalle im allgemeinen einen nicht zu dunklen braunen Farbenton.

An einer Stelle befindet sich ein größerer Zwillingsstock, der die bekannte Wachstumszunahme im stumpfen Winkel unzweideutig erkennen läßt. An einer Seite des Hauptstockes ist eine Reihe kammartig

Fig. 3.



angeordneter, winziger Zwillingskriställchen zu sehen. Die komplizierte Zusammensetzung des Stockes verhinderte nähere Messungen.

Gemessen wurde ein allerdings sehr typischer Kristall (Lupenarbeit). An seinem Fuße zeigte sich noch der Ansatz anderer Säulchen, ohne daß aber eines davon in Zwillingsstellung zum Hauptindividuum gestanden hätte. Das erkannte man an dem absoluten Mangel der an anderen Kristallen der Druse sichtbaren Verzerrung.

Gegenüber der Tracht V war die Größe und Glätte der 110 auffällig, obwohl auch hier die Abgrenzung gegen die 321 schwache Krümmungen zeigte. Am verläßlichsten war die Messung der 101 und 111.

Die Behandlung schließt sich an das bei Typus II oder IV Gesagte an.

Gemessene Zentraldistanzen in *mm*		Relative Zentraldistanzen
(0·735)	(100)	(0·608)
0·525	110	0·434
3·4	101	2·810
2·96	111	2·448
1·87	321	1·546
(3·975)	(001)	(3·285)

»Tracht VI« kommt in Taf. Fig. 9 volumsgleich mit den übrigen zur Darstellung.

Interessant ist die total veränderte Tracht gegenüber Tracht IV, obwohl (bis auf 101) dieselben wenigen Flächen in beiden Fällen auftreten.

Gesetzmäßige Verzerrungen und ihre Verwertung.

Unter »gesetzmäßigen Verzerrungen« verstehen wir jene, welche sich in ihrer Ausbildung bestimmten Symmetrierichtungen des Kristalles anschließen und in ihrem Auftreten Beziehungen zur Lage des Kristalles, das heißt zu seiner nächsten Umgebung erkennen lassen.

Bei aufgewachsenen tetragonalen Kristallen können nur zwei Arten symmetrischer Verzerrung auftreten. Entweder der verzerrte Kristall ist symmetrisch nach einer Nebensymmetrieebene (zum Beispiel

|| 010) oder nach einer Zwischensymmetrieebene (|| 110). In beiden Fällen erhält das Individuum eine pseudomonokline Symmetrie.[1] Der zweite Fall ist der weitaus einfachere. Das Prisma verzerrt sich zu rechteckigem Querschnitt, die 111 zeigt eine kleine, zwei mittlere und eine große Fläche. Rechnung wie Konstruktion ergeben (vgl. Tracht I), daß die auf gewöhnlichem Wege gewonnenen Kantenmittelwerte den Einfluß der Verzerrung durchaus unschädlich machen und untereinander wie bei einem Modellkristall unbedingt verträglich sind. Dieser Fall ist also praktisch ausgeschaltet.

Die Verzerrung nach einer Nebensymmetrieebene aber ist die typische Begleiterscheinung bei Zwillingen, sofern das Prisma nicht zu sehr von der Pyramide verdrängt ist. Dabei entspricht die Verzerrungssymmetrale immer der Frontalebene[2] des Zwillings, die im Wachstum vermehrte Seite liegt im stumpfen Winkel, bei Austritt der zweiten Bissektrix. Becke hat schon in seiner Arbeit über den Dolomit (l. c.) auf die Wachstumsbeschleunigung in der gemeinsamen Molekularrichtung des Zwillings hingewiesen und die seither als gültig angenommene und mehrfach überprüfte Erklärung für diese Erscheinung gegeben. Wir wollen sie als Zwillingsverzerrung bezeichnen.

Es ist nun gewiß interessant, daß eine ganz gleiche Verzerrung mit all ihren typischen Merkmalen auch auftritt, wenn ein Einzelkristall mit seiner Hauptachse zur Unterlage geneigt ist und die 010 auf der Unterlage ungefähr normal steht. Eine derartige am Einzelindividuum auftretende Verzerrung (|| 010) soll als »Lagenverzerrung« bezeichnet werden.

Nachdem im letzteren Falle (Beschränkung auf ein Individuum) die Verhältnisse leichter überblickbar sind, wollen wir von den an lagenverzerrten Kristallen beobachteten Wachstumsverschiebungen ausgehen.

Die Verzerrung verrät sich durch den Umriß der 111-Flächen. Die vier Flächen[3] sind bloß paarweise gleich. Die zwei kleinen Flächen liegen im spitzen Winkel gegen die Unterlage, die zwei großen im stumpfen, an der Seite der freien Oberfläche. Die Länge des Prismas ist im spitzen Neigungswinkel gering, manchmal gleich Null, an der freien Seite dagegen sehr bedeutend, ohne daß Flächen der Unterseite sichtbar werden.[4] Beziehungen eventuell auftretender 320 und 100 zu dem spitzen oder stumpfen Neigungswinkel lassen sich nicht konstatieren.

Das gewöhnlich bedeutend größere Volumen lagenverzerrter Kristalle beweist eine wirkliche Wachstumsbeschleunigung, genau entsprechend jener im stumpfen Winkel der Zwillinge. Das prägt sich im Schichtenbau aus. Der dunkle Kern ist meist so gelagert, daß er genau der durch die Spitze gehenden Hauptachse des Kristalles entspricht. Die lichtere Hülle dagegen ist im spitzen Neigungswinkel sehr schmal, im stumpfen Winkel am breitesten. Man erkennt also an der Seite der freien Oberfläche unzweifelhaft einen fremden Zuwachs. Würde diese am Prisma unverkennbare Wachstumszunahme in ganz gleicher Weise auch an den Pyramiden auftreten, dann könnte äußerlich die Verzerrung nicht sichtbar werden. Gerade die außerordentlich stark verzerrte Form der 111 ist ein Beweis dafür, daß die Pyramiden im Wachstum nicht beeinflußt werden, demnach absolut oder nahezu völlig — »unempfindlich« sind gegen Verzerrung. Daher liegt auch im verzerrten Kristall die Pyramidenspitze genau in der Richtung der Kernspindel.

Die Zone der Pyramiden (010—111—101) und jene der Prismen (010—110—100) verhalten sich gegenüber verzerrenden Einflüssen grundverschieden. Während wir erstere als die unempfind-

---

[1] Der Typus IV, den Lacroix in seiner Mineralogie de la France (Paris, Beranger 1901) bezüglich französischer Zinnsteine angibt, ist eine nach 010 verzerrte Doppelpyramide (111). Auch er betont den monoklinen Habitus.

[2] Für die bei Zwillingen gebrauchten Ausdrücke (Frontalebene usw.), vgl. Kreutz, l. c.

[3] Der Kristall muß in einer scharfen Spitze schließen. Ist dieses Merkmal nicht vorhanden, dann ist die Verzerrung unsymmetrisch. Solche Kristalle sind absolut unbrauchbar.

[4] Treten solche auf, dann ist die Bestimmung der Prismenhöhe nach der früher angegebenen Art (Tracht II) möglich. Doch ist es besser, verzerrte Kristalle, welche sehr geneigt liegen, von der Messung auszuschalten, da sie zu wenig zugänglich sind.

liche Zone bezeichnen mußten, ist die Zone der Prismen im höchsten Grade gegen Verzerrungen »empfindlich«.

In diesem Zusammenhange ist es interessant, daß überall dort, wo die Pyramiden herrschen (Tracht II, IV, V), die Verzerrungen fehlen, wo dagegen das Prisma mehr zur Geltung kommt (Tracht III, VI, VII, VIII), Lagen- und Zwillingsverzerrung die Regel bilden.

Der seltsame Schichtenbau macht den Eindruck, als ob, um ein grobes Bild zu gebrauchen, mit Ausbildung des dunklen Kernes samt Pyramidenspitze der eigentliche, der Norm entsprechende Kristall vollendet wäre und erst nachträglich, einseitig, ausschließlich auf den Prismen ein nicht dazugehöriger Mantel zum Ansatz käme. Wir wollen jenen Idealkristall, der nach Ablösung der einseitigen Wachstumszunahme aus dem ganzen Kristall sich herausschälen läßt, als den »Normalkristall« bezeichnen.[1] Dieser ist volumskleiner. Immer unter dem Eindruck der beschriebenen Erscheinungen wurde bei lagen- und zwillingsverzerrten Kristallen der Keimpunkt in der durch die Spitze gehenden Hauptachse des Kristalles liegend angenommen, und zwar bei lagenverzerrten Individuen in der Basis, bei zwillingsverzerrten in der Zwillingsebene liegend.

Durch die Herauslösung des »Normalkristalles« könnte direkt die Wachstumsänderung zur Darstellung gelangen. Die ganze Erscheinung ist so gesetzmäßig, daß ihre Lösung möglich sein muß.

Nach mehreren mißlungenen Versuchen, die direkt gemessenen Werte zu verwenden, gab die Bestimmung des »Schemakristalles« eine merkwürdige Aufklärung.

Der unbekümmert um die Verzerrung in gewohnter Weise aus den Messungsmitteln konstruierte Schemakristall ist im Vergleich zu normal aufgewachsenen Kristallen viel gedrungener und breiter. Dabei will sich das Mittel der Kanten 101—111 (Σ) der Konstruktion absolut nicht fügen. Diese Kante ist mit den Breiten und Kanten der Prismenzone unvereinbar, sie ist bedeutend zu klein. Versucht man es dennoch, mit dieser Kante (Σ) die Fläche 111 zu zeichnen, dann wird der Scheitelwinkel kristallographisch falsch, die zugehörige Höhe (h_Σ) viel zu klein gegenüber der von der Konstruktion der winkelrichtigen Fläche verlangten Höhe (h_k).

Die Schuld liegt nicht an Messungsmängeln, sondern in der Berechnung des »Mittels« (Σ). Ein Blick auf beistehende Fig. 4 zeigt sofort, daß bei einem lagen- oder zwillingsverzerrten Kristall Σ zu klein ausfallen muß. Man findet nämlich vier sehr kurze Kanten 101—111 *(s)* zwei um weniges längere (*a*) und nur zwei große Kanten *(S)*. Das arithmetische Mittel (Σ) verschiebt sich also nach der Seite der kurzen Kanten.

Man sieht aber auch, daß bei einer bestimmten Breite der 101 *(b)* nur ein Paar von Kantenlängen *(s* und *S)* den berechneten Mittelwert (Σ) und gleichzeitig winkelrichtige Pyramiden liefert. Die Aufgabe ist also eindeutig bestimmt. Gelingt es, aus Σ die Kanten S und s (eigentlich ist nur eine nötig —s) zu rekonstruieren, dann ist die Spitze und gleichzeitig der darunterliegende Keimpunkt des Normalkristalles fixiert, damit alles gegeben. Sicherlich müßte s konstruktiv bestimmbar sein, doch ist die Konstruktion so umständlich, daß hier die mathematische Behandlung vorzuziehen ist.

Die verwendete Formel lautet:

$$s = 2\sqrt{h_\Sigma^2 + h_k^2 . \tan^2\frac{\beta}{2}} - \frac{h_k}{\cos\frac{\beta}{2}} - \frac{b}{2}\cot\alpha. \quad [2]$$

---

[1] Hier fällt also der Begriff »Normalkristall« und »Schemakristall« nicht mehr zusammen. Das ist nur bei unverzerrten Kristallen der Fall.

[2] Dazu wurde verwendet

$$\frac{p}{2} = h_k \tan\frac{\beta}{2} \quad (p = \text{Kante } 110—111),\ h_\Sigma = \Sigma^2 - \frac{p^2}{4}, \quad \Sigma = \frac{S + 2s + a}{4} \text{ und } a = s + b\cot\alpha.$$

Dabei bedeutet h_Σ die aus Σ ermittelte falsche, h_k jene aus der Basis der 111-Fläche konstruierte richtige Höhe von 111. β ist der Scheitelwinkel der 111, hier $= 73°$. $\alpha = 41°$ ist der Winkel der 110-Kante gegen die 111-Kante gemessen auf der 101.

Aus dem Bilde der 111-Fläche können alle nötigen Werte leicht entnommen werden. Die Formel zieht in exakter Weise den Einfluß der Breite von 101 in Rechnung.

Durch *s* ist der neue Keimpunkt im Querschnitt festgelegt. Da wir die rückwärtigen im spitzen Winkel liegenden Prismen als unverändert annehmen, ist damit auch die neue Zentraldistanz 110 bestimmt. Durch einen Kreis mit diesem Radius und dem neuen Keimpunkt als Mittelpunkt ist der Bereich des Normalkristalles umgrenzt. Die Zentraldistanzen der einzelnen Prismen des Schemakristalles sind nun nicht mehr gleich.

Nachdem die Pyramiden der unempfindlichen Zone angehören, gleichzeitig aber die Spitze bilden, kann in der Länge des Kristalles keine Änderung eintreten. Die Spitze verschiebt sich nur nach Maßgabe der neuen Zentraldistanz $\bar{1}10$ nach einer Seite. Ebenso ungeändert bleibt die von den 101-Flächen gebildete Kappe *n*. (Fig. 5.) Infolge der neuen Pyramidenhöhen (h_s und h_S) scheint $\bar{1}\bar{1}0$ gestreckt, dagegen

Fig. 4.

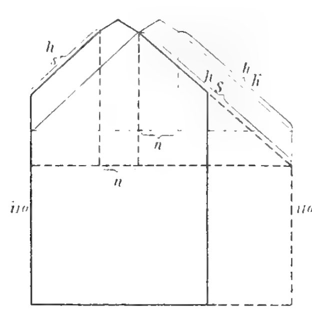


Fig. 5.

110 zusammengedrückt, wie es zu erwarten ist, wenn man sich den verzerrten Kristall aufgerichtet denkt. Die neue Basis ist kleiner, der neue Keimpunkt liegt vertikal unter der Spitze. Man erkennt sofort, daß absolut genommen Zentraldistanz 101, Zentraldistanz 111 und Zentraldistanz 001 ungeändert bleiben, relativ dagegen eine starke Verschiebung erfahren müssen. Der herausgelöste Normalkristall trägt vier gleiche durch *s* bestimmte Pyramidenflächen.

Von dem Normalkristall (nicht vom Schemakristall) ermittelt man das Volumen, um von den gemessenen Zentraldistanzen auf die relativen Zentraldistanzen übergehen zu können.

Die hier vorgeschlagene Konstruktion erfordert mehr Zeit zur Beschreibung als zu ihrer Ausführung. Die geringen Schwierigkeiten empfehlen ihre Anwendung immer dort, wo der Kopf des Kristalles, vor allem die Spitze, gut entwickelt ist. Damit ist die Möglichkeit geboten, selbst verzerrte Kristalle, wenn nur die Verzerrung gesetzmäßig verläuft, einer vergleichbaren Messung zuzuführen.

Konstruktionsdetails kommen besser bei Besprechung der einzelnen Fälle zur Darstellung.

Zur Deutung der Lagenverzerrung.

Während seit Becke die Zwillingsverzerrung ihrem Wesen nach erkannt ist, fehlten bisher Studien über Lagenverzerrung. Die bloß graduellen Unterschiede beider Verzerrungen lassen eine analoge Bildungsweise vermuten.

Der Zinnstein spaltet nach 100 und 110, seine Kohäsion ist also nach verschiedenen Richtungen wesentlich verschieden, am stärksten in der Richtung der Hauptachse, am schwächsten normal dazu.

Denken wir uns einen Kristallkeim von Lösung[1] umgeben, so müssen infolge des Ansatzes von Mineralpartikelchen an seiner Oberfläche Konzentrationsströme entstehen. Die erzarm gewordenen

[1] Das Auftreten von Kassiteritpseudomorphosen nach Orthoklas macht seine Bildung aus Lösungen mehr als wahrscheinlich.

Lösungsteile machen ständig konzentrierter, zuwandernder Lösung Platz. In einer Kluft, in welcher mehrere Kristallkeime nebeneinander liegen, wird das Zu- und Abfließen von Diffusionsströmen im allgemeinen in einer bestimmten Richtung, normal zur Wand, erfolgen.

Steht der Kristallkeim normal zur Unterlage (Kluftwand), dann fällt seine Richtung stärkster Kohäsion = stärkster Attraktion mit der Bewegungsrichtung der Konzentrationsströme zusammen. Er wird also in die Länge wachsen. Infolge der rings um den Kristall sehr gleichmäßig erfolgenden Zirkulation ist keine bedeutende Wachstumsunregelmäßigkeit zu erwarten.

Ist dagegen der Kristall gegen die Unterlage geneigt, dann können die an den Kristall herantretenden Diffusionsströme nicht allseits ungehindert zirkulieren, was zu Wachstumsstörungen führen muß. Im spitzen Neigungswinkel wird durch die erhöhte Wirkung der Adhäsion die Duffusion außerordentlich verzögert. Man kann dort sogar einen Massendefekt erwarten, wie ihn tatsächlich die vorgeschlagene Verzerrungskonstruktion erkennen läßt. Die Richtung stärkster Kohäsion (Hauptachse) zeigt ein Wachstum wie im ersten Falle, da die Spitze hinreichend von Lösung umspült wird. An der freien Oberfläche dagegen, im stumpfen Neigungswinkel, ist die Diffusionsmöglichkeit eine sehr große, der Kristallkeim kann gerade von dieser Seite reichlichst mit Material versorgt werden. Dazu kommt noch, daß in der Richtung der Flächennormalen von 100 und 110 der Kristallbau am wenigsten kompakt ist. Da die Molekularebenen 100 und 110 bedeutend größere Molekularabstände (Parameter) haben als jene von 101 und 111, können in gleichen Zeiten die Prismen rascher vorgeschoben werden als die Pyramiden. So muß also gerade in der Prismenzone eine durch die Verstärkung der Diffusionsströme und rascheres Wachstum in der Spaltzone bedingte Zunahme im Volumen an der freien Oberfläche auftreten. Es wird dadurch verständlich, daß sich diese Vermehrung abhängig zeigt von der Ausbildung der (empfindlichen) Prismenzone. Je mehr die Pyramiden, deren Flächennormalen Richtungen kompakteren Kristallgefüges darstellen, überwiegen, desto weniger prägt sich die Verzerrung aus, desto geringer ist die Volumsvermehrung.[1]

Die Erfahrung lehrt, daß Lagen und Zwillingsverzerrung sich nur durch ihre verschiedene Intensität unterscheiden, sonst aber völlig gleichartig sind. Die Zwillingsverzerrung ist meist kräftiger, da hier zwei Individuen im gleichen Sinne wirken (2. Bissektrix = gemeinsame Molekularrichtung), während bei der Lagenverzerrung nur ein Kristall in Frage kommt.

Tracht IIIb.

Cornwall — k. k. naturhist. Hofmuseum Wien, A_q 33.

Nirgends mehr konnte die Lagenverzerrung und ihre Behandlung so schön studiert werden als an jener Stufe, von welcher schon zwei normal aufgewachsene Kristalle zur Bestimmung der Tracht III*a* verwendet wurden. Das mag die Besprechung an dieser Stelle rechtfertigen.

Schon früher wurde von den schief aufgewachsenen, voluminöseren und kurzsäuligen Kristallen dieser Stufe gesprochen, — ebenso in den vorhergehenden Zeilen (pag. 15) die Zonenbildung beschrieben. Zwei Kristalle, von denen der eine samt Schema- und Normalkristall in Taf. II, Fig. 10 abgebildet ist, wurden vollständig durchgemessen. Eine bloß teilweise Messung (zu Korrekturzwecken) ist bei verzerrten Kristallen ausgeschlossen, da sonst die Fehler der Verzerrung nicht beseitigt werden können. Beide Kristalle zeigten gegenüber Tracht III*a* eine Verbreiterung der 320, ohne aber dem spitzen oder stumpfen Winkel besonderen Vorzug zu geben. Die gewöhnliche Bestimmung der Schemakristalle und der redu-

---

[1] Interessant ist der Vergleich mit eingewachsenen Mineralen. Diese sind meist viel regelmäßiger im Bau und verraten kein beschleunigtes Wachstum in den Flächennormalen der Spaltflächen (Orthoklas, Augit usw.). Wenn auch Bildungstemperatur, Lösungskonsistenz usw. den Vergleich sehr erschweren, so soll doch darauf hingewiesen werden, daß der Zuwachs bei eingewachsenen Mineralen allseits vor sich geht, also fast ausschließlich von den Kohäsionsgrößen des Kristalles abhängt. Bei aufgewachsenen Kristallen erfolgt dagegen die Zufuhr von Material immer in einer besonders bevorzugten Richtung, gewöhnlich normal zur Kluftwand.

zierten Zentraldistanzen« (Zentraldistanz 110 = 1) noch ohne jede Rücksicht auf die Verzerrung führte zu folgenden Werten.

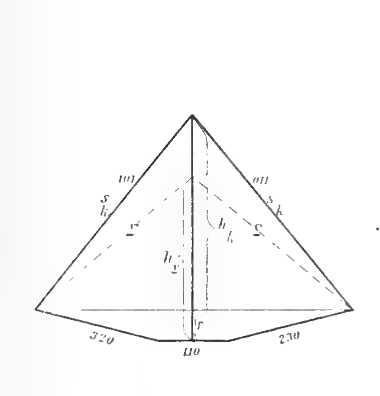
	100	110	320	101	111
a	1·19	1	1·02	1·80	1·66
b	1·28	1	1·18	1·73	1·56
Mittel der reduzierten Zentraldistanzen von III *a*	(1·31)	1	1·09	2·735	2·485

Bei Vergleich mit dem Mittel der reduzierten Zentraldistanzen von Tracht III*a* ist die Kurzsäuligkeit (kleine Zentraldistanz 101 und Zentraldistanz 111) besonders bezeichnend.

Das Mittel der Kanten 101—111 (Σ) fügte sich nicht der Konstruktion, folglich wurde die Verzerrungskonstruktion herangezogen. Schwierigkeiten bot hier das Auftreten der 320. Die 111 ist kein einfaches Dreieck mehr und nur für ein solches gilt die Formel.

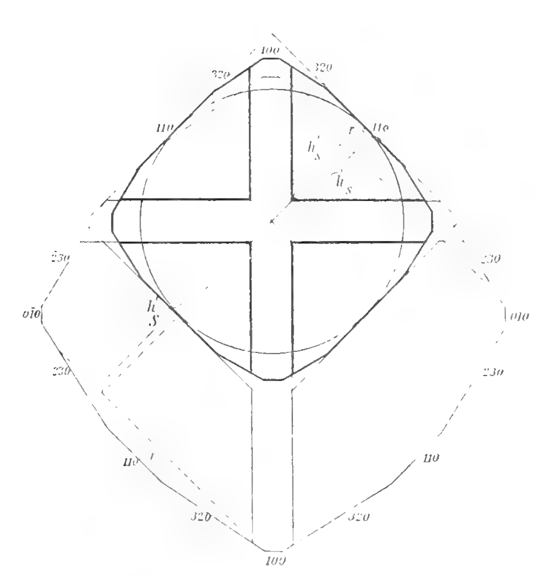
Wenn man die unteren Ecken der Σ-Kanten durch eine Gerade verbindet (Fig. 6), wird die Höhe h_k in die Teile h'_k (Dreieckshöhe) und r zerlegt. Da das Prisma $\bar{1}10$ seine Lage nach der Annahme auch bei der

Fig. 6.



Fläche 111 mit Einzeichnung der Höhen h_Σ, h_k und Σ.

Fig. 7.



——Umriß aus den Messungsmitteln. Eingezeichnet die aus h_Σ berechnete Verzerrung.
——Korrigiertes Kopfbild.

Verzerrung beibehält, ist r konstant, gegeben in dem Bild der 111. Man hat also einfach in der Formel statt h_k ein h'_k, statt h_Σ ein h'_Σ zu verwenden, deren Beziehungen gegeben sind durch $r = h_k - h'_k = h_\Sigma - h'_\Sigma$. Daraus läßt sich also s und das für die Konstruktion bequemere h_s berechnen. Auf diese Weise ist im Querschnitt der Keimpunkt und die Pyramidenspitze festgelegt. Ein Kreis mit dem neuen Radius = Zentraldistanz $\bar{1}10$ gibt die Lage der Prismen 110. Versucht man es, die 320-Prismen in der früheren Breite einzuführen, würde die 110 völlig verschwinden, was nie beobachtet wurde. Man bedenke aber, daß der Querschnitt des Normalkristalles zwar noch die $\bar{3}20$ und $\bar{3}\bar{2}0$, dagegen nicht mehr die $\bar{2}30$ und $\bar{2}\bar{3}0$ umfaßt. Dem Normalkristall stehen demnach nur zwei Flächen 320 zur Verfügung, wo eigentlich vier sein sollten. Man hat also die halbe Flächenbreite von 320 in die Konstruktion einzuführen. Die Breite der 100 bleibt unberührt.

Beistehende Fig. 7 soll eine Vorstellung von der eben beschriebenen Herausschälung des Normalkristalles geben. Dabei ist es interessant, daß der Schemakristall auf der Seite der $\bar{1}00$ einen Defekt auf-

weist, wie es schon die Bildungsweise im spitzen Neigungswinkel erwarten läßt. Reduziert man die vom neuen Keimpunkt gemessenen Zentraldistanzen mit Zentraldistanz 110 des Normalkristalles (= Zentraldistanz 1̄10 des Schemakristalles), so erhält man eine wesentlich andere Zahlenreihe.

	100	110	320	101	111
a	1·25	1	1·08	2·73	2·57
b	1·30	1	1·13	2·96	2·66
Mittel der reduzierten Zentraldistanzen von III *b*	1·275	1	1·105	2·845	2·585

Daraus läßt sich das Volumen des Trachtkristalles und die Reihe der relativen Zentraldistanzen ableiten.

Relative Zentraldistanz.

Tracht III *b*	Tracht III *a*		Mittel III *a* + *b* (Taf. II, Fig. 11)
0·728	(0·762)	100	0·745
0·571	0·581	110	0·576
0·631	0·634	320	0·633
1·623	1·590	101	1·606
1·475	1·445	111	1·460
(1·916)	(1·861)	(001)	(1·900)

Der Vergleich mit der aus tadellosen Kristallen abgeleiteten Tracht III*a* ist überraschend. Der einzige bemerkenswerte Unterschied liegt darin, daß bei Tracht III*b* die 100 reell, bei Tracht III*a* virtuell ist. Die dazu nötige Verschiebung ist aber minimal und selbst an einem guten Kristall von Tracht III*a* trat die 100 reell auf. Es kann also dieser Tatsache keinerlei tiefere Bedeutung zukommen. Die Zahlen, die man von zwei unkorrigierten Kristallen erhält, differieren oft mehr als diese Trachten III*a* und III*b*.

Die Genauigkeit, bis zu der solche Messungen und Konstruktionen getrieben werden können, gestattet keine bessere Übereinstimmung. Unter solchen Umständen kann III*a* und III*b* unbedenklich zu einer Tracht (III) vereinigt werden, umsomehr, da die Kristalle alle der gleichen Stufe angehören.

Tracht VII.

Cornwall — k. k. naturhistorisches Hofmuseum Wien, *Ah* 624.

Während sonst Zwillinge bei Cornwaller Erzen in der Minderzahl auftreten, sind sie an dieser Stufe vorherrschend. Die fast schwarzen, recht unschön entwickelten Kristalle sitzen in und auf einer Quarzlage mit granitischer Unterlage. Die wenigen Einzelindividuen sind meist niedergelegt, unregelmäßig verzerrt, zerbrochen und wieder ausgeheilt, Zeugen starker Verschiebungen. Viellinge in Büschelform waren mehrfach ausgebildet aber unscharf. Die Zwillinge zeigen die für Cornwall charakteristische Lage: alle haben das Knie versenkt, oder die Frontalebene ist völlig niedergelegt. [1]

Derartige die Köpfe zeigende Zwillinge mögen zum Unterschied von den böhmischen Trachten »Kopfzwillinge« heißen.

---

[1] In sehr seltenen Fällen (an anderen Stufen) konnten auch Zwillinge mit versenkten Köpfen nach Muster der böhmischen Erze beobachtet werden.

Gemessen wurde nur ein Zwilling, eigentlich eine Durchkreuzung, von der aber nur zwei Äste zugänglich waren, während der übrige Teil sich unter den Nachbarindividuen verlor. Die Frontalebene lag etwas geneigt, der eine Ast war völlig an den Boden angeschmiegt, der andere schief aufwärts gerichtet. Der einspringende Winkel war fast ganz ausgeheilt, die Verzerrung am Kopfe sehr heftig. Da nur der aufgerichtete Teil einen voll entwickelten Kopf trug, wurde nur dieser der weiteren Behandlung unterzogen.[1] (Taf. II, Fig. 12.)

Neben den Flächen 100, 110, 101 und 111 konnten im einspringenden Winkel noch 320 und 210 beobachtet und gemessen werden. Die Beschränkung auf die Nähe der zweiten Bissektrix im Originalkristall läßt beide Prismen als Notflächen (Becke) erkennen. Im Schemakristall ist diese einseitige Lage natürlich nicht mehr erkennbar.

Die Prismenhöhe des Schemakristalles ist in aller Schärfe aus der Höhe von 100 im einspringenden Winkel ableitbar. Ist α der Winkel $100-10\bar{1}$ ($10\bar{1}$ = Zwillingsebene), l die gemessene Längskante von 100 und Zentraldistanz 100 der ermittelte Zentralabstand (Schemakristall), dann ist die wirkliche Prismenhöhe für den Schemakristall: $l +$ Zentraldistanz $100 . \cos \alpha$.

In der früher beschriebenen Art wird aus dem Schemakristall der Normalkristall herausgeschält. Dabei ist zu bedenken, daß der ursprünglich in der Mitte der Schemakristallbasis angenommene Keimpunkt sich nicht bloß horizontal (in der Basis), sondern auch vertikal verschiebt; denn er muß in der Zwillingsebene liegen. Die hiebei in Anwendung kommende Formel ist analog der früher gebrauchten. m sei die Horizontalverschiebung des Keimpunktes im Kopfbild, p die berechnete Höhe von 100 des Schemakristalles, dann ist die Prismenhöhe des Normalkristalles $= p + m \cos \alpha$. Somit kann die Berechnung des Volumens und der relativen Zentraldistanzen vorgenommen werden.[2]

Zu entscheiden ist aber die prinzipielle Frage, ob der ganze Zwilling, also der zweifache Normalkristall einer Halbkugel gleichgesetzt werden soll, so daß jeder Teil inhaltlich einer Viertelkugel entspräche, oder ob bei der großen Ähnlichkeit eines Zwillingsteiles mit einem Einzelindividuum jeder Teil einer Halbkugel gleichkommen solle. In konsequenter Ausgestaltung des Becke'schen Gedankenganges müßte man sich für die erste Fassung entscheiden. Andrerseits werden aber dadurch wieder die außerordentlich nahen Beziehungen, die überraschenden Analogien zwischen dem Zwillingsteil und einem Einzelkristall verwischt. Wären zwei Kristalle in zwillingsnahen Stellungen, so würde man doch jeden einzelnen einer Halbkugel gleichsetzen.

Es mag also ausnahmsweise auch in unserem Falle die konsequente Auffassung einer mehr anschaulichen den Platz räumen.[3]

Übrigens sind die Beziehungen zwischen den Zentraldistanzen sehr einfach. Der Radius der Viertelkugel ist gleich dem der Halbkugel mal $\sqrt[3]{2}$, demnach die Zentraldistanz im ersten Fall kleiner als im zweiten.

Für den Normalkristall, welcher gleichzeitig »Tracht VII«« repräsentiert, gelten dann die relativen Zentraldistanzen:

---

[1] Der Versuch, auch den niedergelegten Teil zu verwerten, mißlang.

[2] Das Bild des Zwillings macht den Eindruck, als ob die Hauptachsen der Zwillingsteile im Kristall nicht mehr zum Schnitt kämen. Doch ließ der Kristall deutlich die Einbettung in eine Mulde erkennen, die untere Begrenzungsfläche ist also eine ziemlich gewölbte Fläche. Der mathematisch ermittelte Keimpunkt liegt in dieser Wölbung.

[3] Bei Verzwilligung nach dem 1. Tschermak'schen Gesetz (Zw. E = Kristallfläche) behalten beide Teile gewöhnlich eine gewisse Selbständigkeit (vorausgesetzt, daß nicht zu hoch symmetrische Minerale vorliegen). Bei dem 2. Gesetz ist dagegen die Verwachsung meist so innig, daß eine Scheidung kaum durchführbar wäre. In diesem Falle kann man wohl nur streng dem Becke'schen Gedanken folgen. Es liegt die Frage nahe, ob man nicht im Falle der Möglichkeit, eine Verzwilligung nach beiden Gesetzen zu beschreiben, sich für jenes Gesetz entscheiden sollte, welches dieser Formverschiedenheit Rechnung trägt.

Zwillingsteil gleich einer	100	110	210	320	101	111	(001)
Viertelkugel	0·592	0·460	0·541	0·514	1·259	1·119	(1·497)
Halbkugel	0·747	0·580	0·684	0·648	1·590	1·412	(1·890)

Überraschend ist der Vergleich mit Tracht III. Wäre nicht die Verschiedenheit in der Färbung und das hier als neu auftretende Prisma 210, müßte man beide Trachten vereinigen. Wenn, um Willkürlichkeiten möglichst zu vermeiden, die Tracht VII gesondert blieb, so kann man VII doch als Zwillingstracht zu III ansprechen.

Interessant sind vor allem die Beziehungen zwischen dem Normalkristall und dem Schemakristall. Die Wachtumsbeschleunigung in der Nähe der zweiten Bissektrix (Gesetz v. Kreutz) kommt in prächtiger Weise zur Anschauung, wenn man vom Keimpunkt des Normalkristalles auch die Zentraldistanzen des Schemakristalles in der Prismenzone auswertet. Für diese Zone sind im Folgenden die gemessenen und relativen Zentraldistanzen zusammengestellt. Die mit dem Radius des Normalkristalles reduzierten Zentraldistanzen des Schemakristalles sind die »vergleichbaren (komparabeln) Zentraldistanzen« (Kreutz, Neugebauer).

Gemessene Zentraldistanzen in *mm*			Relative Zentraldistanzen	Vergleichbare Zentraldistanzen	Relative Verzerrung	Abstände zur zweiten Bissektrix
Normalkristall	Schemakristall		Normalkristall	Schemakristall		
2·15	2·00	100	0·747	0·694	0·930	146°
1·95	1·80	210	0·684	0·625	0·924	138°
1·86	1·72	320	0 648	0·598	0·925	134°
1 67	1·67	110	0·580	0·580	1	126°
1·86	2 00	230	0·648	0·694	1·075	117°
1·95	2·16	120	0·684	0·751	1·108	111°
2·15	2·80	010	0·747	0·973	1·300	90°
1·95	2·88	$\bar{1}20$	0·684	1·000	1·478	69°
1·86	2·82	$\bar{2}30$	0·648	0·980	1·516	63°
1·67	2·82	$\bar{1}10$	0·580	0·980	1·690	54°
1·86	3·10	$\bar{3}20$	0·648	1·077	1·668	46°
1·95	3·25	$\bar{2}10$	0·684	1·130	1·665	42°
2·15	3·60	$\bar{1}00$	0·747	1·249	1·673	34°

An letzter Stelle sind in roher Annäherung die Abstände der einzelnen Flächen von der zweiten Bissektrix eingetragen.

Dabei ist 100 an der Außenseite, $\bar{1}00$ im einspringenden Winkel des Kopfzwillings gelegen. Im großen und ganzen nehmen die »vergleichbaren Zentraldistanzen« mit Annäherung der Fläche an die zweite Bissektrix zu (Kreutz).

Sehr merkwürdig ist aber jene Zahlenfolge, welche die »relative Verzerrung« für die einzelnen Flächen darstellt. Unter »relativer Verzerrung« verstehen wir das Verhältnis zwischen der vergleichbaren Zentraldistanz und der relativen Zentraldistanz des Normalkristalles (Verhältnis vom Zwilling zum Einzelindividuum). Man erkennt sofort den Wachstumsdefekt an der vom

Zwilling abgekehrten Seite (vgl. Lagenverzerrung), wie auch, daß die Maximalverzerrung nicht der $\bar{1}00$, sondern der $\bar{1}10$ zukommt. Auch auf den Parallelismus in der Intensität der Wertänderungen bei den zwei letzten Zahlenreihen der Tabelle soll aufmerksam gemacht werden.

Das von Kreutz am Kalzit aufgestellte Gesetz bezüglich der Wachstumszunahme in der Nähe der zweiten Bissektrix kann also auf den Zinnstein nur mit einiger Beschränkung angewendet werden. So ist zu bemerken, daß die zyklographische Projektion der Zwillingsebene zwischen der Zone der Prismen und jener der Pyramiden so hindurchgeht, daß sie letzterer näher liegt.

Darnach könnte man erwarten, daß die Pyramiden gegen Zwillingsverzerrung empfindlicher seien als die Prismen. Bei »Kopfzwillingen« ist gerade das Gegenteil der Fall. Zur Formulierung des Gesetzes muß also noch die Bezugnahme auf die Spaltflächen als wesentlich herangezogen werden.[1]

Selbst wenn man die ursprünglichen Zentraldistanzen des Schemakristalles durch den Radius der mit dem Normalkristall inhaltsgleichen Halbkugel dividiert, ist die Wachstumszunahme unverkennbar.

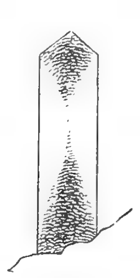
	100	110	210	320
Schemakristall . .	0·972	0·780	0·824	0·837
Normalkristall . .	0·747	0·580	0·684	0·648

Tracht VIII.

Penzanze — Sammlung Dr. A. Lechner, Wien, 2760.

Zwischen zierlichen, fast wasserklaren Quarzsäulchen, welche eine wirre Druse auf derbem Quarz und Erz bilden, sitzen langnadelige Zinnsteine. Der Quarz ist teilweise mit Chloritmassen überrindet, in welchen winzige schwarze Kassiterite eingebettet sind. Die Erznadeln erinnern an Tracht VI, doch fehlt die 101. Die auch bei Tracht IV auftretende Flächenkombination 110, 111, 321 zeigt hier einen total anderen Habitus, was schon an der Häufigkeit von Kopfzwillingsbildungen und Verzerrungen hervortritt. Die Färbung erinnert an Tracht V, der innere dunkle Kern ist merkwürdig sanduhrförmig (Fig. 8), was

Fig. 8.



aber sicher nichts mit Anwachskegeln gemein hat. Durchkreuzungszwillinge sind häufig. Diese zeigen infolge Wachstumszunahme im stumpfen Winkel eine scheinbare Parallelverschiebung zwischen dem Zwillingsteil und seiner Fortsetzung. Die zweite Bissektrix ist eben eine gemeinsame Molekularrichtung, die erste dagegen nicht.

Auch Drillinge in mehreren Ebenen sind nicht selten. Man sieht dabei deutlich, daß der Keimpunkt für die Individuen 1 und 2 und jener für 2 und 3 nicht zusammenfallen. Es sieht so aus, als wäre die Drillingsbildung eine nachträgliche Zutat zu einer schon vorhandenen Verzwilligung.[2]

---

[1] Die bedeutend höhere symmetrische Lage der Spaltflächen am Material von Kreutz ließ diese Notwendigkeit nicht zum deutlichen Durchbruch kommen.

[2] Es ist auch nicht gut vorstellbar, daß drei Individuen im Keimling sich gleichzeitig in Zwillingsstellung befinden. Viel wahrscheinlicher ist es, daß im wachsenden Kristall ein Teil Anlaß zu einem neuen Zwillingsansatz gibt.

Sehr störend für die Messung ist das Aussehen der 110. Diese ist immer gewölbt, mit Riefungen, Kasettenbildungen und geflossenen Stellen versehen. Eine Ausschaltung bestimmter abgeleiteter Prismen oder steiler Pyramiden war aber völlig aussichtslos. Die »Fläche« macht den Eindruck einer Häufung von vizinalen Bildungen, deren kristallographische Deutung von vornherein zwecklos ist. Für die Messung mußte die 110 als einheitliche Fläche angesehen werden. Die schlechte Flächenausbildung verhinderte mehrfache Messungen.

Der durchgemessene Zwilling zeigte einen aufgerichteten Teil mit typischen Verzerrungen am Kopf (Taf. II, Fig. 13) und einen in Quarz eingebetteten niedergelegten Teil. Seltsamerweise waren alle 321 gleich groß und nicht in einer »stumpfen Kante« zusammenstoßend, sondern dreieckig. Aus der trotz Verzerrung der 111 unveränderten Größe von 321 ist deren geänderte Lage deutlich erkennbar; der einzige Fall, wo Pyramiden überhaupt eine Veränderung der Zentraldistanzen erkennen lassen. Für die Messung ist es zweckmäßig, die Kante 321—111 zu messen, da die »scharfen Kanten« erwiesenermaßen unverläßlich sind.

Seltsam ist die Zwillingsverzerrung am Prisma. Man sieht die $\bar{1}00$ entsprechende Kante konkav verlaufen. Die Vizinalbildungen nehmen gegen die Zwillingsgrenze immer mehr zu, das Prisma wird breiter. Leider konnte die Messung darauf nicht eingehen. Die Breite des Prismas wurde am Kopfe abgesteckt.

Schema- und Normalkristall wurden in gewohnter Weise konstruiert. Da an den einfachen Kristallen die 321 näher zusammenrücken und etwas umfänglicher scheinen, ohne sich aber zu berühren, wurde die Größe der gemessenen Flächen auch für den Normalkristall beibehalten. Zur Ermittlung der Zentraldistanzen ist es nötig, den Schnitt || 320 so lange parallel zu verschieben, bis er durch die Ecken 321—111—110 hindurchgeht. Selbstverständlich muß auch auf die Verschiebung des Keimpunktes in der Zwillingsebene Rücksicht genommen werden, wodurch die Kristallhöhe etwas zunimmt.

Eine Bezugnahme auf andere Kristalle war trotz der manchmal auftretenden Schärfe des Kopfes wegen der vielfachen Verzerrungen nicht möglich.

Gemessene Zentraldistanzen in *mm*			Relative Zentraldistanzen	Vergleichbare Zentraldistanzen	Relative Verzerrung
Normalkristall	Schemazwilling		Normalkristall	Schemakristall	
(0·71)	(0·71)	(100)	(0·610)	(0·610)	1
0·5	0·5	110	0·431	0·431	1
(0·71)	(0·93)	(010)	(0·610)	(0·801)	1·292
0·5	0·8	$\bar{1}10$	0·431	0·688	1·598
(0·71)	(1·13)	($\bar{1}00$)	(0·610)	(0·973)	1·570
(3·45)	(3·45)	(101)	(2·970)	(2·970)	1
3·03	3·03	111	2·610	2·610	1
(4·13)	(4·13)	(001)	(3·558)	(3·558)	1
2·03	2·03	321	1·749	1·749	1
2·03	2·03	231	1·749	1·749	1
2·03	2·19	$\bar{2}31$	1·749	1·887	1·079
2·03	2·27	$\bar{3}21$	1·749	1·956	1·118

Der Normalkristall stellt also gleichzeitig Tracht VIII dar. Die Ähnlichkeit mit Tracht VI ist sehr groß.[1]

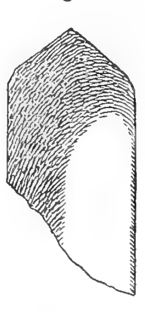
Das Volumen des Normalkristalles (eines unverzerrten Zwillingsteiles) wurde einer Halbkugel gleichgesetzt (vgl. Tracht VII). Überraschend ist die geringe relative Verzerrung von 321. Diese ist nahezu 1 (das heißt fast unverzerrt). Auch 321 gehört also einer unempfindlichen Zone an, wie alle Pyramiden.

Tracht IX.

Dauphiné (?) — Miner. u. petrogr. Institut der Universität Wien, 1272.

Im Anhang an die Cornwaller Erze soll noch ein Zinnsteinvorkommen besprochen werden, welches vielfach Ähnlichkeiten mit den vorher besprochenen Trachten zeigt. Mit schlechtem Quarz, wenig Arsenkies und derber Masse sitzen die wenigen (3) Kristalle auf dunkelgrünem Ganggestein. Die Färbung zeigt Schichtenbau. Der dunkle Kern ist in der Form eines halben Torbogens ziemlich scharf von der honigbraunen Hülle abgesetzt. (Fig. 9.) Beistehende Skizze gibt die Ansicht von $1\bar{1}0$ gegen 100. Die $2\bar{1}0$, 210

Fig. 9.



110 und 120 sind undurchsichtig, als ob sie von einer von den Pyramiden abwärtssteigenden dunklen Haut bedeckt würden. Äußerlich ist kein Unterschied zwischen den Flächen 110 und $1\bar{1}0$ wahrzunehmen.

Neben dem deutlich erkennbaren Prisma 210 ist ein sehr schmales Prisma 320 angedeutet. Die Abgrenzung der beiden Prismen wird durch die kontinuierliche Wölbung verhindert. 320 wurde also vernachlässigt.

Die 110 ist von einem geschlossenen Rahmen umgeben, der von der 210, einer vierseitigen und einer achtseitigen Pyramide gebildet wird. Die Kanten gegen die 110 stoßen sprunglos aneinander. Die achtseitige Pyramide fehlt dort, wo 101 mit 210 nicht zum Schnitt gebracht werden könnte (vgl. an Taf. II, Fig. 14 die linke und rechte Seite des Originalkristalles). Die vierseitige Pyramide ist nicht allzu steil, kann also nur einer 552 entsprechen, welche in Cornwall haufig sein soll. Die 552 ist immer so angelegt, daß sie mit der 101 und 111 genau in einem Punkt zusammenstößt.

Die achtseitige Pyramide ist sehr steil und zeigt unter dem Mikroskop die Kanten gegen 110 und 101 streng parallel. In der Zone 110—101 liegen nur die Formen 321, 752 und 761. Die Messung der Kantenwinkel unter dem Mikroskop stimmt sehr hübsch mit der Annahme einer 761 überein, welche ebenfalls für Cornwall charakteristisch ist. Die 761, 210 und 552 gehen oft kontinuierlich in einander über, wodurch die Abgrenzung erschwert wird. Als charakteristische Daten für die Flächen 552 und 761 wurden ihre »Breiten« (Abstände der parallelen Kanten) gemessen.

---

[1] Der Vergleich der volumsgleichen Trachtbilder (I, II, III, IV, V, VI) läßt einen auffälligen Unterschied in der Länge bei oft kaum bemerkbarer Breitenänderung erkennen. Gleichwohl sind die Konstruktionen richtig. Eine mathematische Behandlung der Frage führte zu den genau gleichen Ergebnissen. Immerhin soll es nicht verschwiegen werden, daß bei so extremen Längsdimensionen (VI, VIII) die Konstruktionen schon empfindliche Mängel zeigen. Die verschiedenen Kontrollen differieren um etwa 1 bis $2^1/_2$%.

Alle bisher angeführten Merkmale lassen sich mit dem angegebenen Fundort nicht in Einklang bringen. Lacroix (l. c.) gibt für die französischen Erze 552 und 761 nicht an und vor allem kennt er keinen Kassiteritfundort »Dauphiné«. Auch die Beschreibung der von ihm aufgestellten vier Erztypen[1] läßt sich mit der geschilderten Tracht des Kristalles nicht recht vereinen. Dagegen sind die Ähnlichkeiten mit Cornwaller Erzen sehr bedeutend, was die Einschaltung an dieser Stelle rechtfertigen mag. Es scheint eine Verwechslung in der Fundortsbezeichnung vorzuliegen.

Von den drei Kristallen der kleinen Stufe stand nur einer aufrecht und frei. Die schwache Verzerrung nach 110 bot keinen Anlaß zu einer Korrektur. Schwierigkeiten machte die 761. Ihre Zentraldistanz wurde nach Analogie der 321 bestimmt, indem eine bloß fiktive Zone 760—001 konstruiert wurde (vgl. Tracht II). Im übrigen wurde die übliche Methode verwendet.

Es ist überraschend, wie eng diese Tracht sich an die Tracht III Cornwall anschließt. Bezeichnen ist das Fehlen von 321 trotz Anwesenheit abgeleiteter Pyramiden.

Gemessene Zentraldistanzen in *mm*		Relative Zentraldistanzen
2·86	100	0·786
2·596	210	0·713
2·175	110	0·597
5·6	101	1·539
5·1	111	1·402
4·9	552	1·347
3·07	761	0·844
(6·57)	(001)	(1·807)

Vergleich der Cornwaller Trachten.

Die Cornwaller Trachten sind durch ziemlichen Flächenreichtum ausgezeichnet. Tracht IX bleibt als unsicher von dem Vergleiche ausgeschaltet. Tracht V zeigt die meisten Flächen. Am häufigsten treten 110, 111, 101, 320 auf, seltener 321 und 100, je einmal 001, 210 und 771.

Charakteristische Merkmale sind:

Die Zentraldistanz 001 ist immer größer als Zentraldistanz 101.

In der empfindlichen Zone ist die Zentraldistanz 100 immer bedeutend größer als Zentraldistanz 110, so daß die 100 entweder virtuell wird oder der virtuellen Lage sehr nahe kommt.

Die Flächen der unempfindlichen Zone zeigen ein analoges Verhalten: Zentraldistanz 101 größer als Zentraldistanz 111 bis zum gelegentlichen Verschwinden der 101. Nur Tracht I hat Zentraldistanz 101 und Zentraldistanz 111 fast gleich.

Schon daraus läßt sich ein gewisser Zusammenhang der Breiten von 100 und 101 vermuten.[2] Tatsächlich ist aber die 101 immer etwas breiter als 100, beide sind aber recht schmale Flächen.

Eine gesetzmäßige Beziehung zwischen Zentraldistanz 100 und Zentraldistanz 101, also zwischen der empfindlichen und unempfindlichen Zone existiert für alle Cornwaller Trachten nicht.

---

[1] Der 1. Typus (Lacroix) entspricht unseren prismatischen Trachten, der 2. teilweise den pyramidalen Trachten, der 3. Typus ist »oktaedrisch« (Doppelpyramide von 111), der 4. eine »gesetzmäßige« Verzerrung des 3.

[2] Die gegenseitige Abhängigkeit der Flächenbreiten 100 und 101 tritt bei den böhmischen Erzen viel deutlicher hervor und ist schon lange bekannt.

Die 320 trägt vielfach, die 771 immer den Charakter der Notfläche an sich.

Das Auftreten der 321 scheint mit der größeren oder geringeren Länge der Hauptachse nicht im Zusammenhang zu stehen, obwohl die schlankeren Trachten diese Fläche häufiger tragen. Überhaupt haben die vorhergehenden Abschnitte gezeigt, daß sich nicht alle Trachten zwanglos einer Reihe einfügen lassen.

Schon die oberflächlichste Beobachtung lehrt den »pyramidalen« und den »prismatischen Tracht-typus« unterscheiden. Tracht I nimmt in jeder Hinsicht eine Ausnahmsstellung ein und mag wegen ihrer Ähnlichkeit mit einer Halbkugel als »Grundtypus« bezeichnet werden.

Der pyramidale Trachttypus ist durch kräftige Entwicklung der Pyramiden (der unempfindlichen Zone) ausgezeichnet. Die Kristalle sind niemals kräftig verzerrt, weder durch Lagen- noch durch Zwillingsverzerrung. 100 immer virtuell. Zwillingsbildung fehlt oder nur spurenweise vorhanden Färbung immer dunkel. (Vgl. Tracht II, IV, V.)

Der »prismatische Trachttypus« (vgl. III $a+b$, VI, VII, VIII) ist gekennzeichnet durch eine deutlich säulenförmige Ausbildung. Verzerrungen jeder Art sind außerordentlich häufig, Zwillingsbildung (und zwar Kopfzwillinge) ist die Regel (Einzelkristalle sind seltener). Färbung immer heller und gewöhnlich mit deutlichem Zonenbau.

Der Grundtypus zeigt die unempfindliche und empfindliche Zone und 101 mit 111 nahezu im Gleichgewicht. Weil 110 (wie immer in Cornwall) vorherrscht, mag dieser Typus als prismatischer Grundtypus näher bezeichnet sein. Die hellere Färbung und die Verzerrungen entsprechen dem prismatischen Typus, die Zwillingslosigkeit dem pyramidalen.

Interessant ist (bei den Cornwaller Erzen) der Zusammenhang zwischen der Ausbildung der empfindlichen Zone und der Zwillingsbildung. Ist das Prisma sehr niedrig (I), dann scheint die Verzwilligung mechanisch nicht leicht ausführbar zu sein. Eine mittlere Höhe (III und VII) ist zur Zwillingsbildung vorzüglich geeignet. Übermäßig lange Säulen (VI und VIII) scheinen der Verzwilligung nicht förderlich zu sein, sonst müßten Zwillinge häufiger und ihre Verzerrungen deutlicher sein. Mit aller Vorsicht könnte man daraus schließen: Das Optimum der Zwillingsbildung ist für Cornwaller Erze an einen prismatischen Trachttypus und eine mittlere Prismenhöhe geknüpft. Lehrreich ist in diesem Zusammenhange auch Tracht IV, welche ein nicht zu kurzes Prisma zeigt. Hier tritt trotz des pyramidalen Typus eine, allerdings sehr schwache und verzerrungslose Verzwilligung auf.

Man kann sich leicht vorstellen, daß, ausgehend vom Grundtypus einerseits durch Überwuchern der unempfindlichen Zone der »pyramidale Typus«, andrerseits durch Vordrängen der empfindlichen Zone der »prismatische Typus« entsteht. Dabei ist es dann selbstverständlich, daß im ersten Falle die Zwillinge fehlen, im zweiten wegen der mächtigen Ausbildung der empfindlichen Zone dagegen eine führende Rolle spielen.

Ein einzelnes herausgerissenes Merkmal läßt die Scheidung der beiden Typen (Grundtypus ausgenommen) nicht durchführen. Sehr bezeichnend ist gleichwohl das Verhalten der 321, welche bei den pyramidalen Typen immer sehr tief eingebettet ist und nie fehlt, bei den prismatischen Trachten dagegen fehlt oder sehr hoch am Kristall sitzt. Man könnte sagen: solange die Zentraldistanz 321 sich nicht zu sehr vom Werte 1 (am meisten verschieden bei V) entfernt, ist ein pyramidaler Typus mit all seinen Folgeerscheinungen zu erwarten.

Es ist sicherlich mehr als ein Zufall, daß die prismatischen Trachten alle von Quarz begleitet sind, während er sonst meist fehlt. Tracht V bildet eine scheinbare Ausnahme, doch ist die Quarzmasse im Verhältnis zur Erzmenge eine merkwürdig geringe, so daß cum grano salis der obige Satz aufrecht erhalten werden kann.

Die Ausbildung von Säulen bei Anwesenheit von Quarz als Bildungsgenossen läßt es auch verstehen, warum Quarzvorrat und Zwillingsbildung fast unzertrennliche Erscheinungen sind.

Demnach scheint die Prismenzone gegen jeden äußeren Einfluß, sei es Zwillingslage oder Wirkung der Lösungsgenossen, empfindlich zu sein.

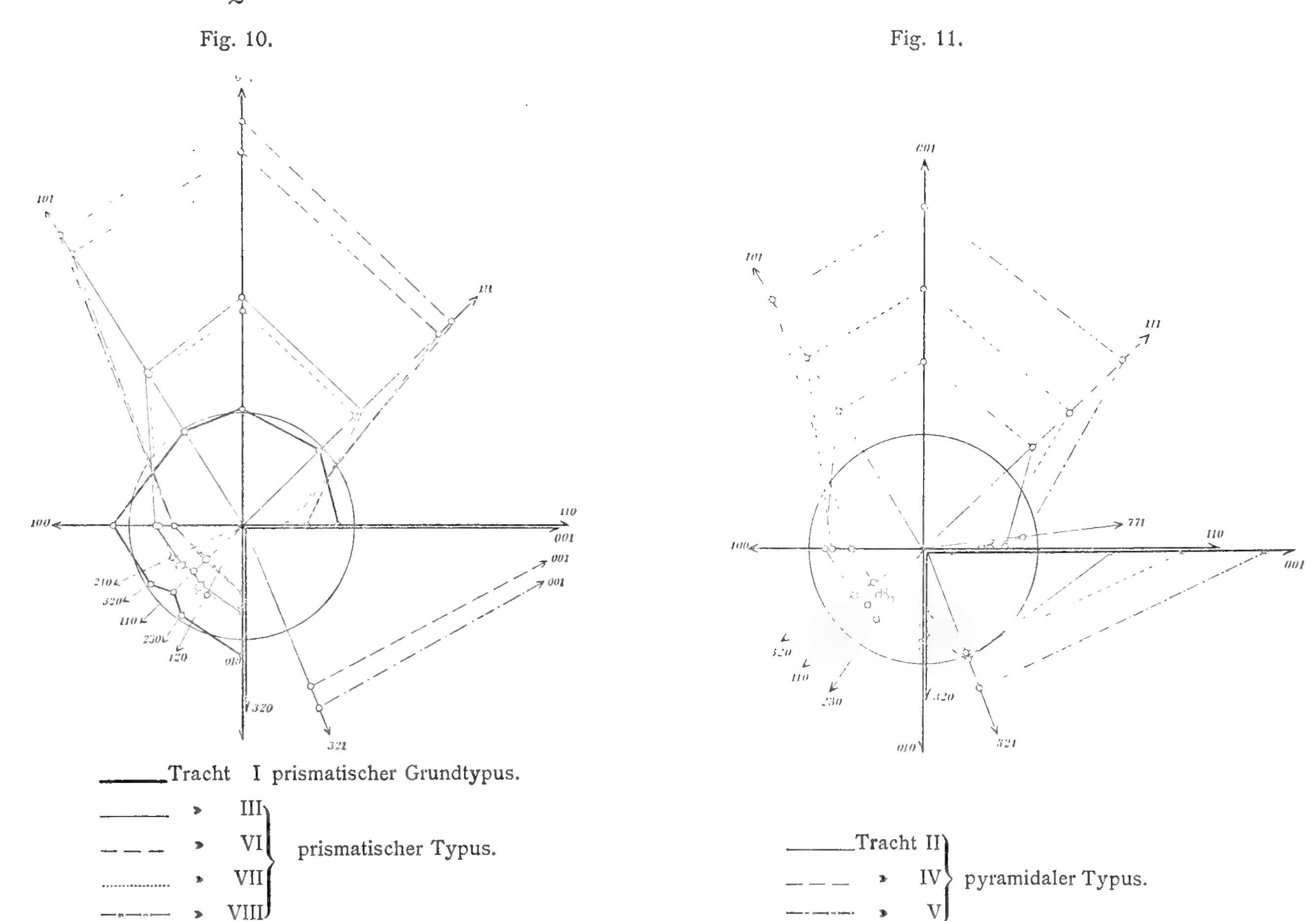
Selbstverständlich haben alle diese Regeln nicht die Geltung eines strenges Gesetzes und sind auf die Cornwaller Erze beschränkt.

Die Tracht IX (Dauphiné?) würde einem prismatischen Typus entsprechen, wofür namentlich das Fehlen der 321 bezeichnend ist.

Methoden zur Darstellung der Zentraldistanzen einer Tracht.

Durch möglichst einfache graphische Darstellung wird der Vergleich bestimmter Trachten wesentlich erleichtert. Zu diesem Zwecke wurden zwei Darstellungsweisen in Anwendung gebracht.

Die erste verwendet direkt die ermittelten Zentraldistanzen. Man trägt auf den Flächennormalen einer Zone die den Flächen zukommenden Zentraldistanzen in einem gewissen Maßstab auf. Da die Symmetrie des Kristalles ziemlich hoch ist, genügen für jede Zone Stücke von 90°. Auf einer Fläche kann man vier solcher Zonenquadranten anordnen, was für den Zinnstein gewöhnlich völlig ausreicht. Verwendet werden die Zonen 100 – 010, 100—001 und 110—001. Die 321 erfordert einen Zonenquadranten 320—001. Um die Anordnung praktisch zu gestalten, wurde auf dem vertikalen Durchmesser des Einheitskreises nach aufwärts die Länge der Zentraldistanz 001 aufgetragen. Daran schließt sich links die Zone 001—100, rechts 001—110. An erstere knüpft sich analog 100—010. 320—001 bleibt abgesondert im rechten unteren Quadranten.


Fig. 10. Fig. 11.

Auf diese Weise sind die Zentraldistanzen der pyramidalen und jene der prismatischen Trachten je in eine derartige Zeichnung eingetragen. Um die zusammengehörigen Zentraldistanzen einer Tracht leicht aufzufinden, sind ihre Endpunkte durch Linien kontinuierlich verbunden.

Der Grundtypus ist bei den prismatischen Trachten untergebracht. (Fig. 10 und 11.)

Auch hier zeigt nur das Verhalten der 321 einen einschneidenden Unterschied zwischen beiden Trachttypen.

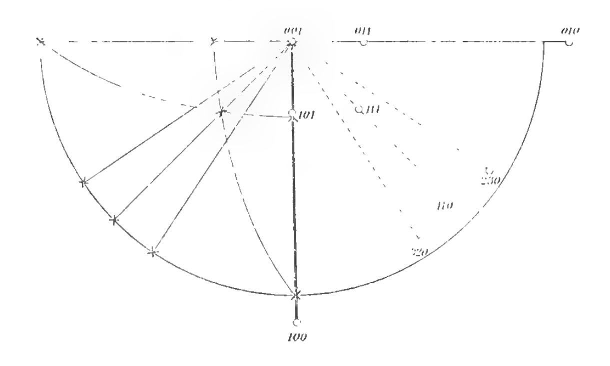
Diese höchst einfache Darstellung hat den Nachteil, ziemlich viel Platz zu erfordern, was oft sehr unangenehm ist.

Legt man nicht besonderen Wert darauf, die relativen Zentraldistanzen direkt aus der Zeichnung abzulesen, sondern will man nur ihr gegenseitiges Verhältnis kennen lernen (die Trachten sind dann nicht mehr volumsgleich), so kann man folgendes Verfahren wählen.

Bekanntlich ist in einer stereographischen Projektion der Horizontalabstand eines Flächenpoles vom Mittelpunkt $d = r \tan \frac{\varphi}{2}$, wobei r der Radius des Grundkreises, φ der Winkelabstand der Flächennormalen von der Polfläche (Mittelpunkt) ist. Denken wir uns an die Projektionskugel Kristallflächen (Tangentialebenen) gelegt, dann ist der Kugelradius r gleichzeitig die allen Flächen gemeinsame Zentraldistanz. Nimmt man den Radius des Grundkreises = Zentraldistanz 001 an, dann ist 001 eine Tangentialebene im Pol der Kugel. Jede Fläche, welche mit 001 im Gleichgewicht ist, wird tangential an der Kugel mit dem gleichen Radius liegen, das heißt, ihr Flächenpol nimmt genau jene Lage ein, welche er in der stereographischen Projektion besitzen soll. Ist die Zentraldistanz der Fläche dagegen von Zentraldistanz 001 verschieden, dann muß sich der Kugelradius ändern, wenn es wieder eine Tangentialfläche sein soll. Der neue Radius sei $r_1 . r : r_1 = Zd\ 001 : Zd x$. Der neue Radius ist also die mit Zentraldistanz 001 = 1 reduzierte Zentraldistanz der Fläche. Von den Radien sind aber die Distanzen d abhängig. $d : d_1 = r : r_1$, daraus $d_1 = d \frac{r_1}{r}$. d_1 ist demnach der Horizontalabstand des Flächenpoles vom Mittelpunkt unter Rücksichtnahme auf die Zentraldistanz. Das Azimut bleibt unberührt.

Die Flächenpole nehmen eine vom stereographischen Pol verschiedene Lage ein. Die Verschiebung ist umso größer, je größer $\frac{\text{Zentraldistanz } x}{\text{Zentraldistanz } 001}$ ist. Es läßt sich also direkt aus der Verschiebung der so gewonnenen Flächenpole gegenüber den zugehörigen stereographischen Projektionspolen das Verhältnis Zentraldistanz x : Zentraldistanz 001 ermitteln, das heißt alle Zentraldistanzen können reduziert auf Zentraldistanz 001 = 1 aus der Zeichnung abgelesen werden.

Fig. 12.



Tracht I.

× = Flächenpole in stereographischer Projektion. o = vorhandene Flächen.

◎ = virtuelle Flächen.

Eine derartige Darstellung soll »Trachtprojektion« genannt werden.

Um den Vergleich zwischen den Abständen der Flächenpole und jenen der entsprechenden stereographischen Pole zu erleichtern, ist es angezeigt, die eine Hälfte der Projektion als stereographisches Bild,

die andere Hälfte als Trachtversinnlichung darzustellen. So kann jederzeit d mit d_1 in Verbindung gesetzt und auf Zentraldistanz 001 = 1 bezogen werden.[1]

Diese Methode hat den Vorteil, wenig Platz zur Darstellung zu brauchen, dafür gewinnt man die Zentraldistanzen auf einem Umweg.

Als Beispiele solcher Trachtprojektionen sind die Bilder für Tracht I, III, V, VII, VIII hier wiedergegeben (Fig. 12—16).

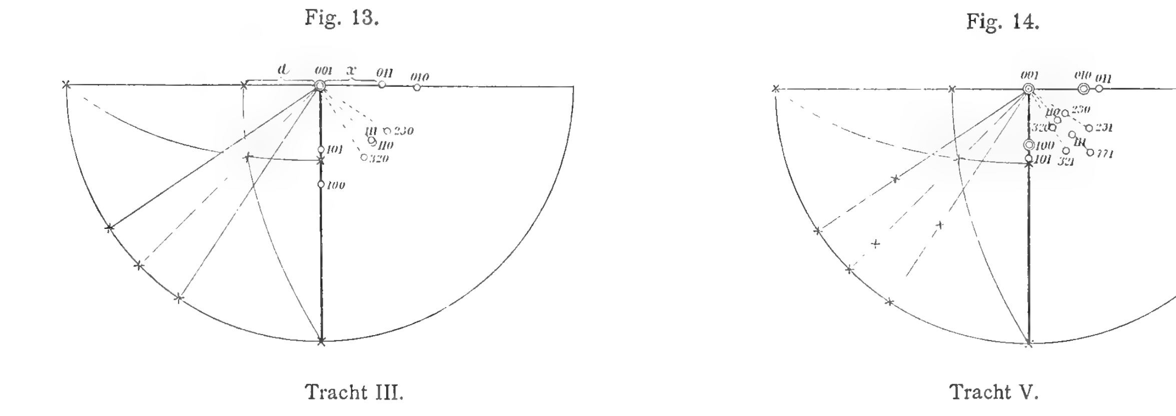


Fig. 13. Tracht III.

Fig. 14. Tracht V.

Der Unterschied zwischen prismatischen und pyramidalen Typen kommt auch hier nicht deutlich zur Anschauung. Dagegen fällt auf, daß einzelne Trachten die Pole für die Prismen *außerhalb* des Bereiches der 111, andere dagegen *innerhalb* desselben zeigen. Tracht III steht an der Grenze. Wir

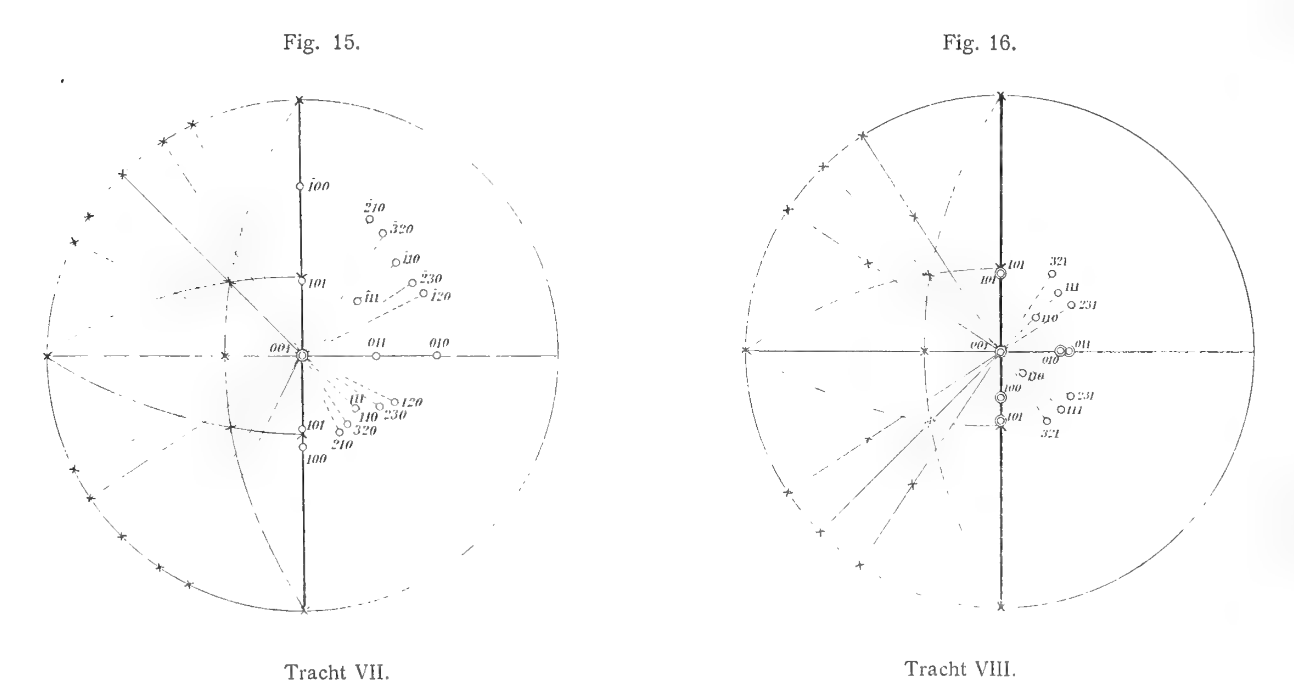


Fig. 15. Tracht VII.

Fig. 16. Tracht VIII.

wollen für *jene Kristalle, bei denen* $d\,110 < d\,111$ *ist, die Bezeichnung* »*Nadelzinn*« *reservieren*. Dieses kann demnach ebensogut prismatischen, wie pyramidalen Typus zeigen.

---

[1] Bei so hoch symmetrischen Formen, wie tetragonal, trigonal, hexagonal, tesseral genügt *weniger* als die Hälfte zur Darstellung der wahren Projektion. Bei rhombischen Kristallen *muß* die Hälfte verwendet werden, ebenso bei monoklinen. Nur muß bei diesem System 010 als Polfläche verwendet und alles auf Zentraldistanz 010 = 1 bezogen werden. Das trikline System macht zwei getrennte Projektionen nötig.

Böhmen-Sachsen.

Die Behandlung von Zinnsteinen böhmisch-sächsischer Fundorte leidet an dem fast völligen Mangel von Einzelkristallen. Mehrere große Sammlungen lieferten nur drei Stufen mit meßbaren Kristallen. Scheinbare Einzelindividuen, welche bei genauerem Zusehen eingeschaltete Zwillingslamellen zeigten, blieben zur Vermeidung prinzipieller Fehler von der Messung ausgeschlossen.

Auch die Lage der Zwillinge, immer mit versenkten Köpfen, also ohne Spitzenentwicklung, war einer einwandfreien Behandlung hinderlich. Die früher dargestellte Verzerrungskonstruktion konnte nicht angewendet werden.

Im Folgenden sind die Trachten nach Fundorten geordnet dargestellt.

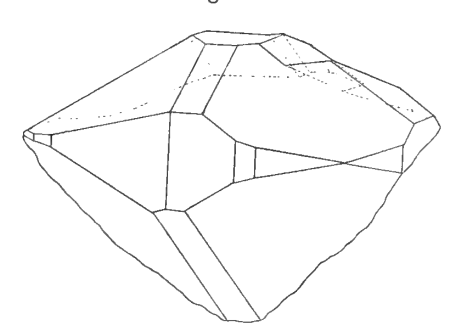
Schlaggenwald.

Tracht I.

Mineralogisches Institut der Universität Wien, 4430.

Die kleine Stufe trägt auf eisenschüssigem, schlechten Quarz drei Kristalle. Nur der dunkelschwarzbraune Kristall,[1] ähnlich einer starkgewölbten Linse, war meßbar. Er ist ziemlich groß, doppelendig und macht den Eindruck, als wäre ein rundum ausgebildeter Kristall mit einer ziemlich tief angeschnittenen $\bar{1}0\bar{1}$ auf der Unterlage befestigt. Beobachtete Flächen sind 100, 110, 210, 320, 101, 111, 001. Das beigegebene Bild des Kristalles (Fig. 17) verrät deutlich eine Wachstumszunahme an der freien Oberfläche.

Fig. 17.



110 verschwindet vollständig, $1\bar{1}0$ wird sehr klein. Die große Stufe auf der 011, desgleichen jene auf $\bar{1}01$ wurde bei der Messung vernachlässigt (abgetragen gedacht).

Das Kantenmittel 101 — 111 (Σ) war, wie zu erwarten, zu klein. Die infolge dessen angewendete Verzerrungskonstruktion hätte aber bei der sonst üblichen Auswertung im Kopfbild infolge der großen Breite von 100 die 110 völlig zum Verschwinden gebracht. Nachdem aber niemals, nicht einmal im verzerrten Kristall die 110 vollständig fehlt, muß wohl von dieser, als dem konstant Gegebenen, ausgegangen werden. Ihre geringe Breite in Verbindung mit den halben Flächenbreiten von 320 und 210 liefert eine 100-Breite, die von dem berechneten Mittelwerte nur sehr wenig abweicht.

Da der Kristall doppelendig ist, wird die Prismenhöhe durch die halbe längste Prismenkante bestimmt. Weil aber die Kanten von 100 unverläßlich sind, ist es besser, aus den Längskanten von 110 (rechts $= \theta$) jene der 100 konstruktiv abzuleiten.

Hier hat man es mit einem fast rundum ausgebildeten Kristall zu tun, demnach muß das Volumen des herausgeschälten (doppelendigen) Normalkristalles einer Vollkugel gleichgesetzt werden.

---

[1] Die trotz des reichlichen Mitwachsens von Quarz sehr dunkle, fast schwarze Färbung scheint ein für böhmische Erze bezeichnendes Merkmal zu sein.

Zentraldistanzen des Normalkristalles		
Gemessen in *mm*		Relativ
4·78	100	0·855
5·30	110	0·948
5·32	210	0·952
5·35	320	0·957
5·95	101	1·062
4·85	111	0·867
6·70	001	1·198

Diese »Tracht I« von Böhmen (Taf. II, Fig. 15) zeigt allerdings eine merkwürdig schmale 101 im Verhältnis zu anderen böhmischen Erzen. Inwieweit die Lagenverzerrung hier verändernd eingewirkt haben mag, äß tsich leider nicht klar ermitteln.

In diesem Sinne sind die Beobachtungen an anderen Stufen von Interesse. A_h 632 und A_h 738 aus dem k. k. naturhistorischen Hofmuseum Wien zeigen ebenfalls wenige, sehr niedrige und im allgemeinen mit Tracht I recht gut stimmende Kristalle. Einschaltungen von Zwillingslamellen (so auch an dem von Becke l. c. abgebildeten Kristall, vermutlich von A_h 632) und heftige Oszillationen in der Prismenzone (dagegen glatte 101) verboten eingehende Messungen. Doch ist ihnen allen charakteristisch, daß die Breiten von 100 und 101 ziemlich genau übereinstimmen. Daß diese Beobachtung allgemein gemacht wird, erhellt aus den Idealbildern böhmischer Zinnerzkristalle, welche immer 100 und 101 gleich breit zeigen. Selbst an Zwillingen kann man häufig dasselbe beobachten. Es wurde davon konstruktiv ausgiebig Gebrauch gemacht.

A_h 738 trägt einen scherbenartigen mit Kopfflächen versehenen Kristall, niedergelegt, mit doppelendigem Prisma. Ein Versuch, aus diesem, der keinerlei Zwillingsbildung verriet, die Zentraldistanzen zu ermitteln, führte, ohne daß Korrekturen nötig gewesen wären, zu folgenden Zahlen.

Gemessene Zentraldistanzen in *mm*		Relative Zentraldistanzen
4·5	100	0·834
4·525	110	0·838
4·725	210	0·875
5·6	101	1·032
5·65	111	1·042
6·35	001	1·171

Die Ähnlichkeit mit Tracht I ist sehr weitgehend, doch wurde wegen der allzugeringen Zugänglichkeit des letzten Kristalles und der dadurch bedingten Fehlermöglichkeit von einer Vereinigung Abstand genommen.

Allen Einzelkristallen ist das außerordentlich niedrige Prisma und das Auftreten der 001 gemeinsam.

Tracht II.

K. k. naturhistorisches Museum Wien, *Aq* 30.

Tadellos scharf entwickelte, nicht zu große, fast schwarze Zwillinge sitzen auf Greisen. In der Mitte liegt ein nahezu farbloses Apatit. Randlich sieht man scheinbare Einzelkristalle mit Andeutung von 001, welche aber Zwillingslamellen tragen.

Hier wie in vielen anderen Fällen sieht man, daß die Zwillingsebene fast immer mehr weniger normal zur Unterlage steht, während die Frontalebene in ihrer Neigung sehr schwanken kann — bis zum völligen Parallelismus mit der Unterlage.[1] Die Zwillinge haben ausnahmslos die Köpfe im Untergrund versenkt. Zwillinge mit nach außen gekehrtem Knie mögen als »Kniezwillinge« bezeichnet werden. In seltenen Fällen ist ein Zwillingsteil niedergelegt, verrät aber dabei immer, daß die Zwillingsbildung erst im weiteren Verlaufe des Wachstums zur Ausbildung kam. Diese liegenden Teile haben ein ziemlich langes Prisma. Die übrigen Zwillinge tragen ein auffällig kurzes Prisma. Die Zwillinge nähern sich der Form einfacher Doppelpyramiden, die Prismenzone erscheint als schmales Gürtelband.

Das Knie ist nie wirklich ausgebildet, sondern es tritt ein einspringender Winkel (»Visier«) auf. Die im einspringenden Winkel liegenden verwendeten Pyramiden zeigen die von Becke beschriebene starke Oszillationsriefung mit 111 und 1$\bar{1}$1. Diese verwendete Pyramide soll immer als 101 bezeichnet werden, dann ist das normal zur Frontalebene liegende verwendete Prisma außen 100, die ungefähr normal zur Unterlage und parallel zur Zwillingsebene verlaufende Fläche ist 10$\bar{1}$. Die 010 und $\underline{0\bar{1}0}$ fallen zusammen.

Sind beide Teile gleichwertig, dann ist ein Überwachsen einer Hälfte über die andere ausgeschlossen. Das erkennt man am besten an der 010, welche als nahezu rechteckige Fläche bis zur Unterlage reicht.

Die Zwillinge dieser Stufe haben einen scharf ausgeprägten einspringenden Winkel, eine sehr niedrige Prismenzone und eine auffällige Entwicklung der 10$\bar{1}$, 11$\bar{1}$ und 010, so daß langsäulige Zwillinge entstehen. Die große Ähnlichkeit mit den bekannten Gipszwillingen gab Anlaß, solche Kniezwillingstrachten als »Schwalbenschwanzzwillinge« zu bezeichnen.

Infolge der sehr dichten Verwachsung war nur ein kleines gut ausgebildetes Individuum der Messung zugänglich. (Taf. II, Fig. 16.)

Beobachtet wurden 100, 110, 210, 101, 111 (321?) Im Gegensatz zu den Einzelkristallen ist 210 sehr schmal. 101 ist gerieft, 10$\bar{1}$ immer glatt (auch an anderen Zwillingen). Es scheint die Riefung der 101 nur eine Folge der Wachstumsbeschleunigung an der Zwillingsebene zu sein. Die 321 (?) wurde als rundliche Abstumpfung der Kante 210—111 beobachtet, ist aber so winzig in der Ausbildung und so unsicher in der Flächenlage (gewölbt), daß sie nicht berücksichtigt wurde.[2]

Die Behandlung des Zwillings ist analog jener der Einzellkristalle. Man verwendet drei Schnitte.

1. Ein Schnitt normal zur Prismenzone (Querschnitt eines Zwillingsteiles).

2. Ein Schnitt parallel der Frontalebene.

3. Ein Schnitt normal zu 110—111.

---

[1] Denkt man sich zwei Kristallkeime in Zwillingsstellung, dann gibt es zwei Ansatzmöglichkeiten. Entweder der Zwillingskeim ist mit beiden Köpfen auf die Unterlage aufgesetzt (Böhmen), oder mit dem Knie (Cornwall). Sind die beiden Teile gleichwertig, dann muß im ersten Falle die Zwillingsebene normal zur Unterlage sein, während die Neigung der Frontalebene schwanken kann. Sitzt dagegen der Zwilling mit dem Knie auf, dann ist die Balance sehr schwer zu erhalten. Die geringste Verschiedenheit beider Teile muß den einen zum Kippen bringen, wobei sich der andere aufrichtet. Daher wird an Cornwaller Stufen (versenktes Knie = Kopfzwillinge) symmetrische Neigung zur Unterlage nie, an böhmischen Erzen (versenkte Köpfe = Kniezwillinge) fast immer beobachtet.

[2] 321 konnte an böhmischen Erzen nie in deutlicher Ausbildung bemerkt werden.

Bei Bestimmung der Mittelwerte der Kanten für den »Schemazwilling« (analog dem »Schemakristall« bei Einzelindividuen) ist zu berücksichtigen, daß die Breiten und Längen für 100 und 010, für 210 und 120 usw. nicht mehr gleich sein können. Es wurden also nur die Messungen jener Flächen zu einem Mittelwert vereinigt, welche in beiden Teilen zur Zwillingsebene symmetrisch liegen (210 mit $2\bar{1}0$ und $\underline{210}$, $\underline{2\bar{1}0}$, ebenso 120, $1\bar{2}0$, $\underline{120}$, $\underline{1\bar{2}0}$).

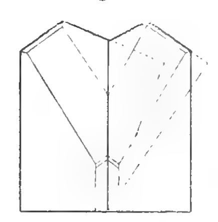
Der Querschnitt geht schräg durch die 010 hindurch [1] und zeigt nur eine Hälfte des Kristalles. Hier sind die Zentraldistanzen der Prismenzone ablesbar. Zentraldistanz 100 und Zentraldistanz 010 sind verschieden.

Im Frontalschnitt, dessen Höhe aus dem Vergleich der Längskanten von $10\bar{1}$ und 010 gegeben ist, gewinnt man die Zentraldistanzen von $10\bar{1}$, 100, 101. Es wird die Annahme gemacht, daß der Keimpunkt im Schnitt zwischen der zweiten Bissektrix und der zur Zwillingsebene normal hindurch gelegten Basis liege. [2]

Beigegebene Skizze (Fig. 18) zeigt diesen Schnitt. Die Trasse des Querschnittes entpricht der mit der Prismenzone parallelen, strichpunktierten Linie.

Bei Bestimmung der Zentraldistanz 111 und Zentraldistanz $11\bar{1}$ muß darauf geachtet werden, daß

Fig. 18.



in dem dazu nötigen Schnitt $\perp$ 110 der Keimpunkt vom Prisma aus richtig konstruiert wird. Die erforderlichen Daten sind aus dem Querschnitt und dem Frontalschnitt zu entnehmen.

Die so gewonnenen Werte sind am Schlusse in der Tabelle angeführt.

Man kann nun nach Becke's Vorgang das Volumen des gesamten Zwillings bestimmen und die »relativen« Zentraldistanzen auswerten. Nachdem die Beziehung zu Einzelkristallen fehlt, wurde hier und im Folgenden in aller Strenge Becke's Gedankengang verwertet und demnach jeder Teil einer Viertelkugel gleichgesetzt.

Da die Verzerrungskonstruktion ohne Spitzenentwicklung unausführbar ist, galt es eine andere Form zu finden, nach welcher aus dem Schemazwilling der unverzerrte Normalkristall herausgeschält werden könnte.

Die im Folgenden geschilderte Methode leidet an der Menge der Annahmen, welche ihr zugrunde liegen. Gleichwohl haben sich einige Gesetzmäßigkeiten festlegen lassen, welche die Anwendung der Methode rechtfertigen.

Nach den bisher bei Studium von Zwillingen gemachten Erfahrungen sind jene Flächen, deren Normalen gegen die zweiten Bissektrix um 90° abstehen, von der Verzerrung durch die Zwillingsbildung unberührt. Um dem Rate des Herrn Prof. Becke, welcher die Benützung der am Kristall gegebenen Werte empfahl, zu entsprechen, wurden also die Zentraldistanzen jener Flächen, für welche die zweiten Bissektrix die Zonenachse darstellt, als unverändert angesehen. Demnach würden auch dem Normalkristall die Zentraldistanzen der $10\bar{1}$, $11\bar{1}$ und 010 zukommen. Dies ist die erste Annahme.

Bezüglich der Zentraldistanz 110 muß noch eine zweite Annahme herangezogen werden. Ebenfalls auf vielfache Beobachtung gestützt, wurde auch für den Normalkristall eine übereinstimmende Flächenbreite für 100 und 101 vorausgesetzt und damit die 110 eindeutig festgelegt.

---

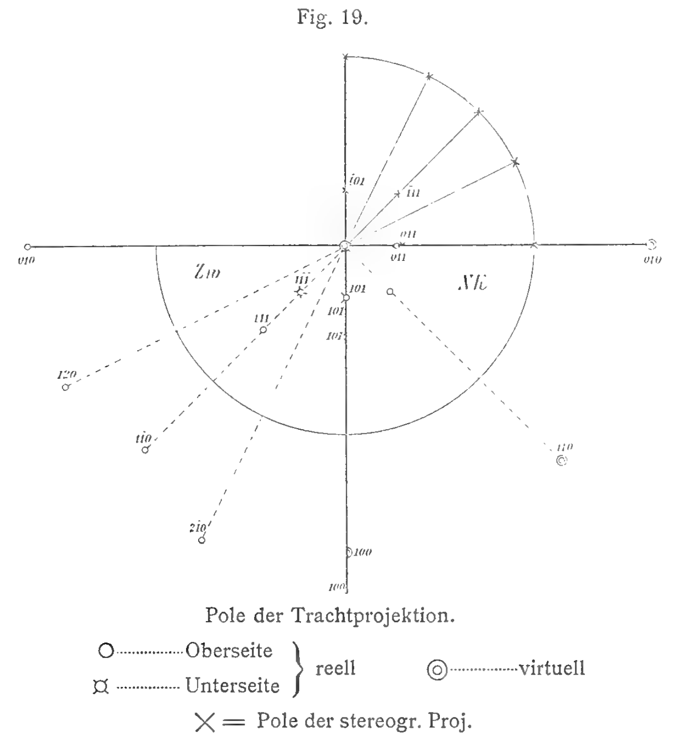
[1] Die dem Querschnitt zugehörige »Breite« der 010 wird konstruktiv aus den Messungsdaten abgeleitet.

[2] Ist die wirkliche Basis schräge zu $10\bar{1}$ und 010, so kann sie ohne Volumsänderung durch eine zur Zone $10\bar{1}$—010 normale Fläche ersetzt werden. (Vgl. »Methode der Untersuchung«, p. 4.)

Die übrigen, nicht primären Flächen (210, 320 usw.) blieben ein für alle Male unberücksichtigt. Es ist dies sicherlich ein Fehler, doch dürfte die Heranziehung einer dritten Annahme zur Unterbringung derartiger Flächen die ganze Herausschälung des Normalkristalles noch weniger verläßlich machen, als sie leider ist.

Zum angenäherten Vergleich der Trachten mit ihren eigenen Zwillingen und mit den Trachten fremder Fundorte dürfte die Methode gleichwohl ganz brauchbare Dienste leisten.

Fig. 19.



Pole der Trachtprojektion.

O .... Oberseite } reell
⌑ .... Unterseite } reell
◎ .... virtuell

× = Pole der stereogr. Proj.

Von dem so gewonnenen Normalkristall wird das Volumen ausgewertet. Dann werden seine »relativen« und die »vergleichbaren« Zentraldistanzen der Zwillinge wie früher bestimmt.

Im gegebenen Falle war die Zentraldistanz 010 im Verhältnis zu Zentraldistanz 10$\bar{1}$ und Zentraldistanz 11$\bar{1}$ schon zu groß. Zum ersten Male wird die Prismenzone vollständig virtuell.

Normalkristall	Schemazwilling			Normalkristall	Schemazwilling	Relative Verzerrung
Gemessene Zentraldistanzen	Gemessene Zentraldistanzen	Relative Zentraldistanzen		Relative Zentraldistanzen	Vergleichbare Zentraldistanzen	
(2 1)	2·35	1·460	100	(1·560)	1·745	1·120
—	2·24	1·392	210	—	1·663	—
(1·7)	1·95	1·212	110	(1·263)	1·448	1·148
—	2·14	1·332	120	—	1·590	—
(2·1)	2·18	1·355	010	(1·560)	1·618	1·038
1·1	2·05	1 247	101	0·817	1·523	1·865
1·1	2·00	1·244	111	0·817	1·487	1·820
[1·1] [1]	1·10	0·684	10$\bar{1}$	[0·817]	0·817	1
[1·1]	1·10	0·684	11$\bar{1}$	[0·817]	0·817	1
(1·3)	—	—	(001)	(0 965)	—	—

[1] Die Zentraldistanzen 10$\bar{1}$ und Zentraldistanz 11$\bar{1}$ haben bei dem Normalkristall eigentlich keinen Sinn. Sie dienen nur zum Vergleich mit dem Zwilling und sind deshalb geklammert [ ].

In der Taf. Fig. 17*a* und *b* sind Normalkristall und der entsprechende Zwilling von Tracht II dargestellt. Natürlich gebührt dem Normalkristall als aufgewachsen gedachten Kristall nur die obere Hälfte der gezeichneten Doppelpyramide. Nur diese ist mit den übrigen Trachtbildern volumsgleich. Die durch gestrichelte Linien angedeutete Ergänzung zum rundum ausgebildeten Kristall soll nur den »oktaëdrischen« Typus (Lacroix) klarer zur Anschauung bringen.

Im Anschluß ist noch die Trachtprojektion dieser Tracht gegeben. Dabei sind drei Quadranten so verwendet, daß einer der stereographischen Projektion, der zweite der Trachtprojektion des Normalkristalles (NK.), der dritte jener des Zwillings (Zw.) dient. (Fig. 19.)

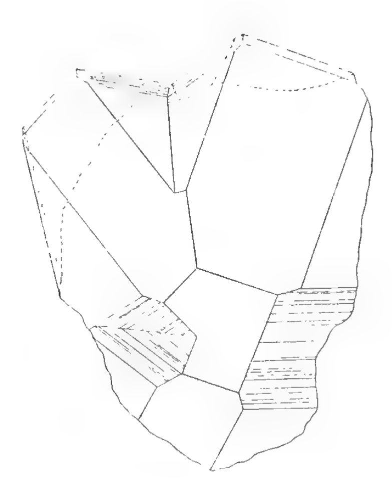
Tracht III.

K. k. naturhistorisches Hofmuseum Wien, *Ah* 727.

Auf einem etwa 1 *dm* langen, trüben und am Kopfe etwas rostigen Quarzkristalle läuft ungefähr um die Mitte ein Kranz von dunklen Kassiteritzwillingen. Zahlreiche Narben abgebrochener Kristalle zeigen, daß die Kristalle tatsächlich nur aufgesetzt sind.

Drei Kniezwillinge wurden gemessen. Immer war ein Zwillingsteil kräftiger entwickelt und deshalb auch über die 010 übergreifend. Gleichzeitig war die Zwillingsebene nicht streng normal zur Unterlage. In allen Fällen lag die Frontalebene stark geneigt, so daß einseitig die 110 verkümmert waren, dagegen an der freien Oberfläche auch noch Flächen der Unterseite sichtbar wurden. Die beigegebene nur wenig vergrößerte Abbildung eines der drei Zwillinge soll von der Tracht eine Vorstellung geben (Fig. 20). Immer

Fig. 20.



war die sonst nicht mehr beobachtete 011 und $\underline{01\bar{1}}$ des Zwillings entwickelt, so daß seltsame einspringende Winkel auftreten. Diese Flächen, wie auch die 101 sind immer heftig gerieft (Oszillation mit 111). In der Figur ist dies durch Strichelung der Fläche angedeutet.

Für die Messung mußte die ganze Breite oszillierender Flächenlagen als kontinuierliche 101 angesehen werden. Diese ist meist so breit wie 100, letztere immer schmäler als $10\bar{1}$.

Einer der Zwillinge trug gerundete Kanten 100—101 und außerdem war die 101 von gerundeten gegen die Rinne zusammenneigenden Kanten gegen 111 begrenzt. Die Rinne zwischen den 111-Flächen ist demnach tiefer als ihr zukäme, so als störten sich die 111 der Zwillinge gegenseitig.

Bezüglich der Konstruktion der Schemazwillinge ist zu bemerken, daß hier die Breite der 110 nicht verläßlich ist, da die 110 nur einmal vollständig umkantet ist. Ebenso unsicher ist die Behandlung der 010. Die Lage des Keimpunktes ist also nicht gegeben.

Als Hilfskonstruktion verwendet man die Zeichnung der Zwillingsebene aus den gemessenen Daten. In der Fig. 21 ist ein Beispiel gegeben. Man sieht, daß die wirkliche Ansatzfläche (Basis) sehr schräg durch den Zwilling hindurchzieht. Es wurde aber die Annahme gemacht, daß der Keimpunkt im Schnitt zwischen der zweiten Bissektrix und der Basis liege. Die Länge der so abgesteckten zweiten Bissektrix

Fig. 21.

Schnitt || Zwillingsebene.

mag die »Höhe des Zwillings« heißen. Nach Analogie mit anderen Fällen ersetzen wir die schräge Basis durch eine zur zweiten Bissektrix normalen und erhalten so Zentraldistanz 010 und die am aufgerichteten Zwilling noch sichtbare Höhe der 010.

Mit dieser Angabe ist der Frontalschnitt und der Querschnitt fixiert. Alle übrigen Bestimmungen erfolgen nach Muster von Tracht II.

Die Ausführung der Konstruktion der Zwillingsebene gab in einem Fall überhaupt keine 010 am aufgerichteten Zwilling. In den beiden anderen Fällen war die 010 sehr klein. Die Zwillinge sind also bedeutend niedriger als bei Tracht II.

In keinem Falle war bei dem Schemazwilling die untere Ecke von 110, $11\bar{1}$ und 010 entwickelt, also ein Ansatz von $01\bar{1}$ ausgeschlossen, welches demnach unberücksichtigt blieb.

Hier ist Zentraldistanz 010 $>$ Zentraldistanz 100, außerdem in einem Falle virtuell. Der Unterschied zwischen beiden Zahlen ist meist gering. Ist nun auch die 100 eigentlich die »Kielfläche« (Kreutz), also im Wachstum eher gehindert als gefördert, so ist ein wirklicher Defekt, eine Wachstumsverzögerung, an der Seite der freien Oberfläche kaum verständlich, da hier jedenfalls die Wachstumszunahme durch Lagenverzerrung den Defekt ausgleichen müßte. Der Normalkristall würde größer ausfallen als der entsprechende Zwillingsteil.

Gemessene Zentraldistanz						
Schemazwilling				Normalkristall		
a	*b*	*c*		*a*	*b*	*c*
10·15	8·7	7·55	100	10·15	8·7	7·55
7·6	6·95	5·85	110	8·00	6·95	5·85
10·15	(10·55)	8·15	010	10·15	8·7	7·55
7·4	5·95	6·00	101	6·7	6·55	5·73
5·8	5·9	5·73	111	6·45	6·4	5·45
6·7	6·55	5·73	$10\bar{1}$	[6·7]	[6·55]	[5·73]
6·45	6·4	5·45	$11\bar{1}$	[6·45]	[6·4]	[5·45]
—	—	—	(001)	(7·9)	(7·8)	(6·8)

Das widerspricht aller an Zinnerzen gewonnenen Erfahrung. In derartigen Fällen (sie sind weitaus in der Minderzahl) wurde demnach die Zentraldistanz 100 des Zwillings auch für den Normalkristall verwendet.

Die »reduzierten Zentraldistanzen« der Normalkristalle (Reduktion mit Zentraldistanz 110) gestatten die Auswertung eines Mittels.

Reduzierte Zentraldistanzen der Normalkristalle				
a	*b*	*c*		Mittel
1·269	1·252	1·291	100	1·271
1	1	1	110	1
0·838	0·942	0·980	101	0·920
0·806	0·921	0·932	111	0·886
(0·988)	(1·122)	(1·162)	(001)	(1·091)

Ebenso wurden mit den Zentraldistanzen 110 der zugehörigen Normalkristalle die »reduzierten Zentraldistanzen« der Schemazwillinge und deren Mittel gebildet.

Reduzierte Zentraldistanzen der Schemazwillinge				
a	*b*	*c*		Mittel
1·269	1·252	1·291	100	1·271
0·950	1·000	1·000	110	0·983
1·269	(1·517)	1·393	010	(1·393)
0·925	0·855	1·026	101	0·935
0·725	0·848	0·980	111	0·851
0·838	0·942	0·980	$10\bar{1}$	0·920
0·806	0·921	0·932	$11\bar{1}$	0·886

Da bei den Zwillingen äußere Einflüsse sich leichter ausprägen können, ist die Übereinstimmung der reduzierten Werte hier nicht so gut, wie bei den Normalkristallen.

Soll 100 und 101 am Normalkristall gleich breit sein, dann muß an dem erhaltenen Mittel der Zentraldistanzen eine kleine Korrektur vorgenommen werden. Zentraldistanz 101 = 0·93 und Zentraldistanz (001) = (1·097). Daraus berechnen sich, wie üblich, die relativen Zentraldistanzen des Normalkristalles und die vergleichbaren des Zwillings.

Die Zwillingstracht ähnelt etwas Tracht II, ist aber bedeutend niedriger.

Seltsam ist der angebliche Wachstumsdefekt bei dem Prisma 110. Doch ist dieser außerordentlich gering und demnach liegt die Vermutung nahe, es präge sich hier die Folge der zweiten Annahme aus. Schon eine geringe Verschiebung in den Breiten von 101 und 100 würde den Defekt verschwinden lassen. Der Übelstand scheint also in der Konstruktion zu liegen.

Mittel der Schemazwillinge			Mittel der Normalkristalle	Relative Verzerrung
Relative Zentraldistanz	Vergleichbare Zentraldistanz		Relative Zentraldistanz	
1·260	1·237	100	1·237	1
0·973	0·956	110	0·973	0·984
(1·378)	1·355	010	1·237	1·094
0·926	0·909	101	0·905	1·091
0·821	0·828	111	0·861	0·963
0·908	0·895	$10\bar{1}$	[0·905]	0 990
0·875	0·861	$11\bar{1}$	[0·861]	1
—	—	(001)	(1·065)	—

Anschließend mögen noch einige Schlaggenwalder Stufen aus dem mineralogischen Institut der Universität Wien Erwähnung finden.

Nr. 6806. Ausbildung nach Tracht II, Streifung hier auf 101 und $10\bar{1}$. Anlage von Wendezwillingen, Subindividuenbildung.

Nr. 4441. Ein großer abgebrochener Wendezwilling, 111—101—$1\bar{1}1$ kontinuierlich ineinander übergehend. Der mittlere zur Unterlage genau parallel liegende Teil hat keine 100, an den beiden anderen Teilen ist sie sehr schmal. Die Längen der beiden seitlichen 100-Flächen sind 0·4 und 0·8 *cm*, jene am mittleren Teil (virtuelle 100) 1·4 (!). Es sieht genau so aus, als hätte man zwei normal ausgebildete Zwillinge mit Parallelstellung je eines Teiles einfach aneinandergeschoben. Offenbar veranlaßt die doppelte Verzwilligung auch eine doppelte Wachstumszunahme.

Nr. 6805. Mehrere Drillinge, die Ähnliches zeigen. Seitliche 100-Länge = 0·25 und 0·27 *cm*, mittlerer Teil 0·5 *cm*, streng parallel zur Unterlage. Prismenzone gewölbt, 110, 320, 210 kantenlos ineinander übergehend.

Nr. 4444. Ein neuer Typus (Dachzwilling). Dieser an Schlaggenwalder Erzstufen seltene Trachttypus kommt bei Zinnwalder und Graupener Trachten zur Besprechung. (Vgl. Tracht IV.)

Zinnwald.

Tracht IV.

Mineral. u. petrogr. Institut der Universität Wien, 1118.

Die tief bernsteinbraunen, gelegentlich rötlich schimmernden Kniezwillinge zeigen einen ganz neuen Trachttypus. Auffällig ist das Vorherrschen der Prismenzone am Zwilling, wie auch das fast völlige Verschwinden des einspringenden Winkels. Entweder haben die Zwillinge ein ganz ausgebildetes Knie, oder das Visier tritt als schmale Rinne auf, gelegentlich auch einseitig vollständig von einer 101 überdacht.[1] Manchmal sind die Kristalle niedergelegt und ahmen im präzisen Zusammenstoß der Prismenzone einen hexagonalen Kristall nach. Schon am Zwilling zeigt sich eine auffällige Breite der 100. Demnach ist auch die 101 sehr breit ($10\bar{1}$ meist noch breiter), 111 dagegen klein.

Die Stellung von 210 und 320 ist unklar. Große Zwillinge entbehren manchmal dieser Prismen, während sie an manchen kleinen Kristallen auftreten. Als Notflächen dürfen sie jedenfalls nicht bezeichnet werden. Sie sind schwer gegenseitig abgrenzbar.

---

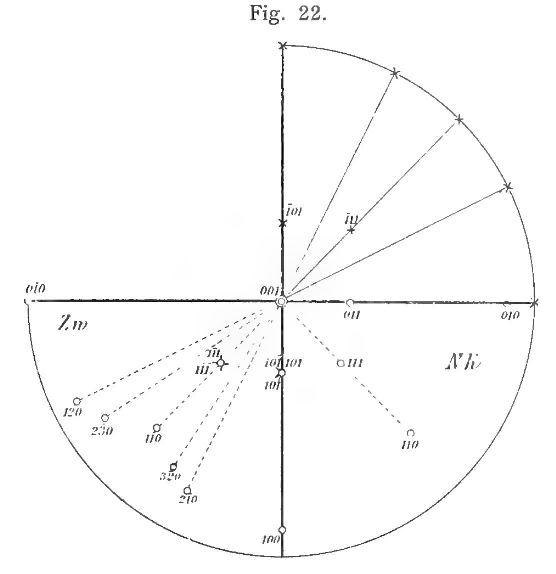
[1] An dem geringen Winkelunterschied zwischen 100 und $\underline{10\bar{1}}$ des Zwillings läßt sich die Zugehörigkeit der das Visier beherrschenden Fläche zu dem einen oder anderen Individuum unschwer ableiten.

Die Stufe trägt eine reichlich mit Kristallen besetzte dünne Erzschichte auf Greisen. Die Zwillinge sind dicht verwachsen, sehr unregelmäßig gelagert und mit Nakrit umwachsen. Der einzige zur Messung verwendete Zwilling mußte erst aus dem Nakrit herausgeschält werden.

Das Bild dieses Zwillings (Taf. III, Fig. 18) läßt seinen regelmäßigen Bau erkennen. Die Ansatzfläche ist stark gewölbt. Für die »Höhe« des Zwillings ist demnach nur das Verhalten der 010 und $0\bar{1}0$, nich jenes der $10\bar{1}$ und $\underline{10\bar{1}}$ maßgebend.

Der Anblick des Kristalles erinnert bei der starken Entwicklung der Prismenzone an ein Hausdach, weshalb solche Zwillinge in Hinkunft als »Dachzwillinge« bezeichnet werden mögen. Diese Zwillings-

Fig. 22.



tracht ist durch **auffällige Gleichheit** der Zentraldistanz ausgezeichnet — ein Merkmal, das sich auch bei dem abgebildeten Normalkristall (Taf. III, Fig. 19) wiederholt. Letzterer ist wieder volumsgleich mit den übrigen Trachten gezeichnet. Auch hier dürfte die Annahme gleich breiter 100 und 101 nicht ganz zutreffen, da sich abermals eine angebliche Verzögerung im Wachstum der 110 herausstellt.

Im Folgenden die übliche Zusammenstellung der gemessenen und berechneten Zentraldistanz.

Normalkristall	Schemazwilling			Normalkristall	Schemazwilling	Relative Verzerrung
Gemessene Zentraldistanz	Gemessene Zentraldistanz	Relative Zentraldistanz		Relative Zentraldistanz	Vergleichbare Zentraldistanz	
3·99	3·99	0·985	100	0·945	0·945	1
—	4·05	1·000	210	—	0·959	—
—	3·95	0·975	320	—	0·935	—
3·98	3·75	0·926	110	0·943	0·888	0·943
—	(4·07)[1]	(1·006)	(230)	—	(0·964)	—
—	(4·25)	(1·050)	(120)	—	(1·008)	—
3·99	4·18	1·033	010	0·945	0·990	1·048
3·85	4·2	1·039	101	0·912	0·995	1·090
4·25	4·05	1·000	111	1·008	0·959	0·950
[3·85]	3 85	0·951	$10\bar{1}$	[0·912]	0·912	1
[4·25]	4·25	1·050	$11\bar{1}$	[1·008]	1·008	1
(4·5)	—	—	(001)	(1·067)	—	—

In Fig. 22 ist die Trachtprojektion gegeben (vgl. Tracht II).

[1] Konstruktiv dem Kopfbild des Schemazwillings entnommen.

Tracht V.

K. k. naturhistorisches Hofmuseum Wien, A_f 553.

Ein seltsames Gemenge von ziemlich wasserhellen, kleinen Quarzsäulchen, etwas angeätzt, mit schwarzen Zwillingen und derbem Erze, trägt in den Winkeln Steinmark. Quarz und Kassiterit scheinen gleichzeitig gebildet. Die Zwillinge haben Schwalbenschwanztracht, sind aber merkwürdig klein und scharf, die Prismenzone öfters ganz verschwindend. Wendezwillinge sind häufig, rosettig angeordnet, mit tiefen Visieren, aber unschön entwickelt.

An dieser Stufe tritt eine sehr steile, verwendete Pyramide auf. Man beobachtet die Kante 100—101 immer rundlich abgestumpft. Auch gegen 111, eventuell 210 sind an dieser Stelle nie scharfe Kanten zu bemerken. Die Erscheinung erinnert an die völlig abgescheuerten und gerundeten Ecken lang benützter Holz- oder Gipsmodelle. Nie wurde auch nur ein Schimmer eines Reflexes beobachtet. Auflagerungen von Deckglassplittern sind infolge der konvexen Oberfläche unmöglich. Stellenweise beobachtet man, daß die fragliche Fläche auf der 111 Kanten bildet, die mit den 101- und 110-Kanten ungefähr gleiche Winkel einschließt. Das spricht für eine 501, obwohl gerade diese Fläche von Miller ohne weiteren Beleg angeführt wird.

Das Auftreten der 501 bedingt eine Verschmälerung des 10$\bar{1}$ gegen 100 (sonst immer breiter). Die 501 bringt auch die 101 nahezu oder völlig zum Verschwinden.

Ein ziemlich normal stehender Zwilling (Taf. III, Fig. 20) zeigte eine virtuelle 101 und eine 011, welche infolge Übergreifens eines Teiles sich einschaltete. Letztere blieb unberücksichtigt.

Die 501 wurde wie die 210 am Normalkristall vernachlässigt, da auch hier eine plausible Annahme für ihre Unterbringung fehlte.

Normalkristall	Schemazwilling			Normalkristall	Schemazwilling	Relative Verzerrung
Gemessene Zentraldistanz	Gemessene Zentraldistanz	Relative Zentraldistanz		Relative Zentraldistanz	Vergleichbare Zentraldistanz	
(2·5)	2·7	1·406	100	(1·521)	1·642	1·082
—	2·6	1·354	210	—	1·582	—
(2·0)	2·3	1·198	110	(1 217)	1·399	1·149
—	2·6	1·354	120	—	1·582	—
(2·5)	2·6	1·354	010	(1·521)	1·582	1·042
1·35	(2·6)	(1·354)	101	0·822	(1·582)	(1·926)
—	2·95	1·537	501	—	1·794	—
1·35	2·43	1·265	111	0·822	1·478	1·799
[1·35]	1 35	0·704	10$\bar{1}$	[0·822]	0·822	1
—	2·48	1·292	50$\bar{1}$	—	1 508	—
[1·35]	1·35	0·704	111	[0·822]	0·822	1
(1·58)	—	—	(001)	(0·962)	—	—

Die Ähnlichkeit in Zwillings- und Normalkristall mit Tracht II ist eine sehr bedeutende. Der einzige wesentliche Unterschied liegt in der nie wieder beobachteten 501.

Graupen.

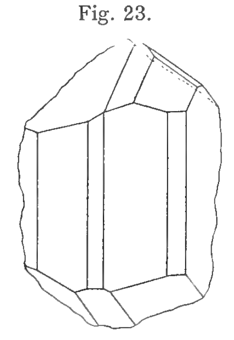
Tracht VI.

Sammlung Dr. A. Lechner, 2738.

Eine ziemlich dicke Erzplatte, oberflächlich schöne dunkle Kristalle tragend, ruht auf wenig Greisen. Quarz in Kristallen fehlt. Gleichzeitig ist das Nebeneinandervorkommen von Zwillingen und Einzelkristallen merkwürdig. Die Zwillingstracht entspricht Tracht IV; die Individuen sind meist ganz niedergelegt, demnach zur Messung ungeeignet.

Die Einzellkristalle sind selten, häufig auch durch feine Zwillingslamellen gestört. An einer Stelle wurde eine winzige 001 gefnnden, doch konnte keine Messung vorgenommen werden. Durchgemessen wurde ein niedergelegter, sehr scharf geschnittener Einzelkristall (Fig. 23) mit breiten 210. Auch sonst ist

Fig. 23.



die 210 verhältnismäßig breit. 101 ist im Schemakristall schmäler als 100, erinnert damit an Tracht I. Der Kristall war fast genau der Länge nach halbiert. Seine Auswertung erfolgte nach Muster von Tracht II Cornwall und verlief völlig korrekturlos.

Gemessene Zentraldistanz		Relative Zentraldistanz
1·97	100	0·749
2·05	110	0·780
2·09	210	0·794
3·26	101	1·280
3·00	111	1·132
(3·08)	(001)	(1·463)

Die Tracht VI (Taf. II, Fig. 21) ist im großen der Tracht I recht ähnlich.

In diesem Zusammenhang ist es bezeichnend, daß Einzel- und Zwillingsindividuen gleichzeitig auftreten.

Tracht VII.

K. k. naturhistorisches Hofmuseum, *Ah* 697.

Wunderbar scharfe, wenige Zwillingskristalle liegen mit unreinem Quarz auf Greisen. Hier wie im vorher geschilderten Falle ist die 100 ungewöhnlich breit, eine Eigentümlichkeit der Kristalle von Graupen, auf die schon Becke (l. c.) hinwies. Die Prismen 110 und 210 sind zu Kantenabstufungen herabgedrückt. Es sieht so aus, als wären zwei kantengerundete Würfel in Zwillingsstellung verwachsen. Wir wollen diese Ausbildung mit extrem breiten 100 und 010 als »kubische Dachzwillinge« bezeichnen. Hier ist die 101 breiter, die $10\bar{1}$ schmäler als die 100 im Gegensatze zu anderen Fällen. Das Visier wird einseitig von der 101 überdeckt. 111 ist hier zum ersten und einzigen Mal virtuell.

Anlage zu Fünflingen, sonst bei Dachzwillingen häufig, fehlt hier, dagegen sind Wendezwillinge häufiger. Auch Spuren von Einzelkristallen waren zu finden. Wegen der recht dichten Verwachsung der Kristalle wurde nur ein Zwilling gemessen. Die Konstruktion erfolgte in üblicher Weise. Als Ansatzpunkt für die virtuelle 111 wurde der höchste Punkt des Prismas 110 in der Projektion auf die Frontalebene angenommen.

Normalkristall	Schemazwilling			Normalkristall	Schemazwilling	Relative Verzerrung
Gemessene Zentraldistanz	Gemessene Zentraldistanz	Relative Zentraldistanz		Relative Zentraldistanz	Vergleichbare Zentraldistanz	
3·60	4·12	0·958	100	0·887	1·013	1·142
—	4·64	1·080	210	—	1·141	—
3·50	4·68	1·090	110	0·862	1·151	1·335
—	4·55	1·059	120	—	1·119	—
3·60	3·60	0·837	010	0·887	0·887	1
4·10	4·05	0·941	101	1·008	0·997	0·988
4·22	(5·05)	(1·175)	111	1·038	(1·242)	(1·197)
[4·10]	4·10	0·954	$10\bar{1}$	[1·008]	1·008	1
[4·22]	4·22	0·982	$11\bar{1}$	[1·038]	1·038	1
(4·8)	—	—	(001)	(1·181)	—	—

In Taf. III, Fig. 22*a* und *b* sind die Trachten des Normalkristalles und des entsprechenden Zwillings abgebildet. Der Normalkristall nimmt eine Mittelstellung zwischen der Tracht IV und VI ein. Hier mehr

Fig. 24.

noch als in Tracht IV nähern sich die Zentraldistanzen des Zwillings völliger Gleichheit. Beistehende Fig. 24 gibt die Trachtprojektion des kubischen Dachzwillings.

Marienberg (Sachsen).

Tracht VIII.

K. k. naturhistorisches Hofmuseum Wien, A_a 2824.

Mit wenig Steinmark sind dunkle Dachzwillinge (vgl. Tracht IV) auf Greisen unregelmäßig aufgewachsen. Quarzkristalle fehlen. Fünflingsanlagen sind häufig. Der in Taf. III, Fig. 23 dargestellte

Zwilling verrät den Einfluß der Lage. Der flacher liegende Teil ist länger, der steilere liefert dafür die zur Überdeckung des Visieres nötige 101. [1] Konstruktion und Berechnung boten keinerlei Besonderheiten.

Gemessene Zentraldistanz			Normal-kristall	Schema-zwilling	Relative Verzerrung
Normal-kristall	Schema-Zwilling		Relative Zentraldistanz	Vergleichbare Zentraldistanz	
3·00	3·28	100	0·891	0·974	1·093
—	3·15	210	—	0·935	—
2·92	3·00	110	0·867	0·891	1·028
—	3·10	120	—	0·920	—
3·00	3·00	010	0·891	0·891	1
3·48	3·22	101	1·033	0·956	0·925
3·55	3·30	111	1·053	0·980	0·931
[3·48]	3·48	$10\bar{1}$	[1·033]	1·033	1
[3·55]	3·55	$11\bar{1}$	[1·053]	1·053	1
(4·1)	—	(001)	(1·217)	—	—

Die scharfe Ausbildung eines teilweise niedergelegten Fünflings [2] lockte dazu, den Versuch einer Durchmessung zu wagen.

Ein ideal ausgebildeter Fünfling kann zusammengestellt gedacht werden aus vier Dachzwillingen mit teilweise parallel gestellten Prismen. Die Abgrenzung der vier Zwillinge ist durch die vier Rinnen am Kopf des Fünflings gegeben, damit auch die »Höhe« des Einzelzwillings, da die Breite von 110 bei jedem Zwillings-

Gemessene Zentraldistanz			Normal-kristall	Schema-zwilling	Relative Verzerrung
Normal-kristall	Schema-Zwilling		Relative Zentraldistanz	Vergleichbare Zentraldistanz	
3·65	3·89	100	0·992	1·057	1·066
—	3·65	210	—	0·992	—
3·15	3·3	110	0·856	0·897	1·048
—	(3·65)	(120)	—	(0·992)	—
3·65	(3·65)	(010)	0·992	(0·992)	1
3·6	4·08	101	0·978	1·110	1·135
3·6	3·9	111	0 978	1·060	1·084
[3·6]	3·6	$10\bar{1}$	[0·978]	0·978	1
[3·6]	3·6	$11\bar{1}$	[0·978]	0·978	1
(4·2)	—	(001)	(1·142)	—	—

anteil fixiert ist. Taf. III, Fig 24 gibt eine Abbildung einer solchen Fünflingsecke, abgegrenzt durch die Rinne. Die selbstverständlich virtuelle 010 läßt sich leicht ergänzen. In der Figur sind die Rekonstruktionen

[1] Man beobachtet fast ausnahmslos bei den überdeckten Visieren, daß die Breite der *101* mit jener der *100* des Zwillingsteiles übereinstimmt, wogegen die 100 desselben Teiles meist schmäler ist.

[2] Eine bekannte Abbildung derartiger Viellinge hat Hessenberg gegeben (vgl. Hintze, Handbuch d. Mineralogie, I, p. 1692, Fig. 506).

durch strichpunktierte Linien angedeutet. Dia gemessenen Längen von 10$\bar{1}$ können natürlich nicht verwendet wenden.

Denkt man sich vier Dachzwillinge der gewöhnlichen Ausbildung zu einem Fünfling zusammengestellt, dann ist sofort ersichtlich, daß weder die 10$\bar{1}$ noch die $\underline{10\bar{1}}$ des Zwillings ausgebildet sein können, da sonst eine horizontale Basis des Fünflings und das Zusammenneigen an der Spitze unmöglich wäre. Andrerseits bleibt zwischen den vier Zwillingen ein pyramidaler Raum, der ziemlich genau von den Abschnitzeln ausgefüllt werden kann, welche an der Unterlage und an der Spitze abgetragen werden müssen. Man kann also tatsächlich mit geringem Fehler den Fünfling inhaltlich durch vier normal entwickete Dachzwillinge ersetzen.

Dem entsprechend wurde eine schön entwickelte Ecke des schief liegenden Fünflings behandelt. Die 120 ist natürlich ebenfalls virtuell und durch die (010) fixiert. (Vgl. die Tabelle auf der vorhergehenden Seite.)

Die Prismenzone zeigt gegenüber dem früher gemessenen Zwilling eine Wachstumszunahme. Das ist wohl in der Massenwirkung vier parallel gestellter Dachzwillinge begründet.

Beide Messungsreihen wurden zu einem Mittel vereinigt. Das Mittel der Normalkristalle verlangte keinerlei Korrekturen. Die daraus resultierenden relativen Zentraldistanzen wie auch die mittleren vergleichbaren Zentraldistanzen des Zwillings geben folgende Werte.

Normalkristall Relative Zentraldistanz (Mittel)		Schemazwilling Vergleichbare Zentraldistanz (Mittel)	Relative Verzerrung
0·942	100	1·016	1·080
—	210	0·963	—
0·862	110	0·894	1·037
—	120	0·956	—
0·942	010	0·942	1
1·006	101	1·033	1·040
1·016	111	1·020	1·037
[1·006]	10$\bar{1}$	1·006	1
[1·016]	11$\bar{1}$	1·016	1
(1·179)	(001)	—	—

Ehrenfriedersdorf (Sachsen).

Tracht IX.

K. k. naturhistorisches Hofmuseum Wien, *Ah* 686.

Das auffälligste Merkmal ist das Auftreten von Topas. Die wenigen schwarzbraunen, schönen Zwillinge trugen mit einer Ausnahme[1] jene Tracht zur Schau, welche schon von Becke (l. c.) mit Speerkieskristallen verglichen wurde. Diese Tracht kommt durch extreme Ausbildung der 110 zustande, wobei 010, 230 und 120 völlig verschwinden, 100, 210, 320 zu schmalen Bändern zusammenschrumpfen. Das Knie ist meist geschlossen, oder wenn ein winziges Visier vorhanden ist, so ist es nie einseitig überdacht, da infolge der schmalen 100 auch die 101 nicht mehr die nötige Ausdehnung zeigt.

[1] Ein einziger Zwilling zeigte in jeder Hinsicht (Vorherrschaft der 100, Überdecken des Visiers mit 101 usw.) die Verhältnisse von Tracht IV.

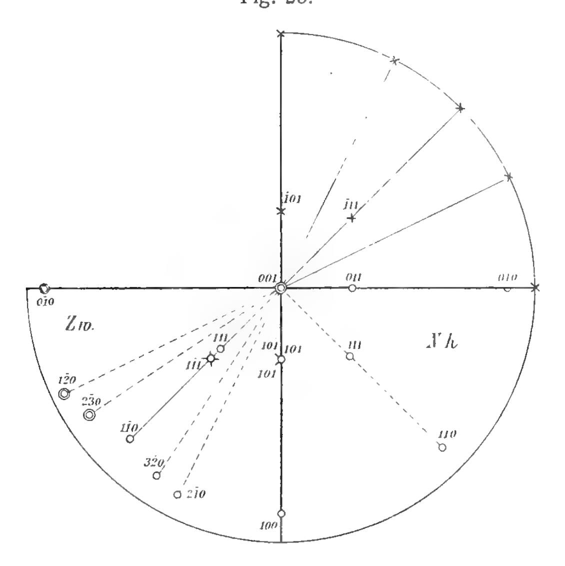
Diese Zwillinge ähneln im Groben einer rhombischen Pyramide und mögen demnach als »pyramidale Dachzwillinge« den »kubischen« gegenübergestellt werden. Der zur Messung verwendete Zwilling (Taf. III, Fig. 25) zeigt diesen Trachttypus in schönster Ausbildung.

Die Tabelle läßt erkennen, daß der Normalkristall jenem von Tracht III sehr ähnelt. Das hängt mit der starken Ausbildung der 110 zusammen.

In Fig. 25 ist die Trachtprojektion gegeben.

Normalkristall	Schemazwilling			Normalkristall	Schemazwilling	
Gemessene Zentraldistanz	Gemessene Zentraldistanz	Relative Zentraldistanz		Relative Zentraldistanz	Vergleichbare Zentraldistanz	Relative Verzerrung
4·1	4·1	1·128	100	1·035	1·035	1
—	3·8	1·044	210	—	0 960	—
—	3·57	0·980	320	—	0 902	—
3·3	3·2	0·879	110	0 834	0·808	0·970
—	(3·81)	(1·047)	(230)	—	(0·962)	—
—	(4 1)	(1·128)	(120)	—	(1·035)	—
4·1	(4·575)	(1·257)	(010)	1·035	(1·155)	1·116
3·91	4·15	1·140	101	0·988	1·048	1·060
3·8	3·8	1·044	111	0 960	0·960	1
[3·91]	3·91	1·074	10$\bar{1}$	[0 988]	0·988	1
[3·8]	3·8	1·044	11$\bar{1}$	[0·960]	0·960	1
(4·6)	—		(001)	(1·161)	—	—

Fig. 25.



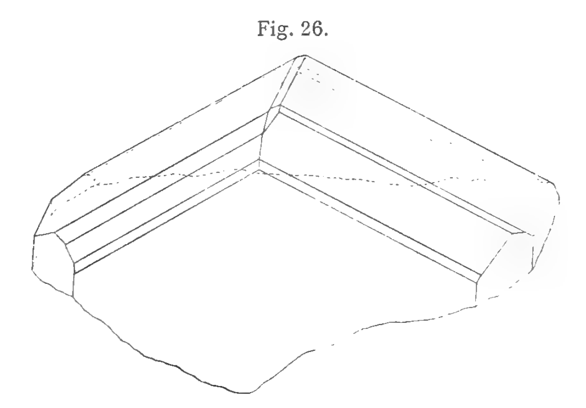
Tracht X.

K. k. naturhistorisches Hofmuseum Wien, *Ah* 621.

Die Ähnlichkeit mit Tracht VII ist so groß, daß erst die Etikette über die Unrichtigkeit der Vermutung, es wäre eine Stufe von Graupen, belehren mußte. Die kleine Stufe trägt prachtvolle, große auf

reinem Quarz aufgewachsene Kristalle entweder mit völlig geschlossenem Knie oder das Visier überdacht mit einer 101, welche von 111 begleitet ist. Es sind wieder »kubische Dachzwillinge« mit einer 10$\bar{1}$ schmäler als 100.

Fig. 26.



Gemessen wurden zwei Zwillinge, von denen der eine ein geschlossenes Knie, also virtuelle 101 und 111 trug. Der andere ist in beistehender Fig. 26 etwa dreimal vergrößert abgebildet. Letzterer war der größte der gemessenen Kristalle.

Gemessene Zentraldistanz: Normalkristall	Gemessene Zentraldistanz: Schema-zwilling		Normalkristall: Relative Zentraldistanz	Schema-zwilling: Vergleichbare Zentraldistanz	Relative Verzerrung
Kristall mit Visier					
6·6	7·22	100	0·772	0·844	1·092
—	8·55	210	—	1·000	—
7·13	8·7	110	0·833	1·018	1·221
—	8·35	120	—	0·976	—
6·6	6·6	010	0·772	0·772	1
9·45	7·64	101	1·105	0·893	0·808
9·9	9·13	111	1·159	1·068	0·921
[9·45]	9·45	10$\bar{1}$	[1·105]	1·105	1
[9·9]	9·9	11$\bar{1}$	[1·159]	1·159	1
(11·05)	—	(001)	(1·291)	—	—
Kristall ohne Visier					
4·32	4·32	100	0·809	0·809	1
—	5·25	210	—	0·984	—
4·82	5·5	110	0·904	1·031	1·142
—	5·34	120	—	1·000	—
4·32	4·4	010	0·809	0·825	1·020
5 5	(4·8)	101	1·031	(0·900)	0·873
5·65	(6 2)	111	1·058	(1·162)	1·099
[5·5]	5·5	10$\bar{1}$	[1·031]	1·031	1
[5·65]	5·65	11$\bar{1}$	[1·058]	1·058	1
(6·43)	—	(001)	(1·206)	—	—

Nach Vereinigung beider Zahlenreihen und entsprechender Korrektur am Normalkristall (100 und 101 gleich breit) resultieren folgende Werte.

Normalkristall Relative Zentraldistanz (Mittel)		Schemazwilling Vergleichbare Zentraldistanz (Mittel)	Relative Verzerrung
0·790	100	0·829	1·047
—	210	0 992	—
0·810	110	1·024	1·263
—	120	0·988	—
0·790	010	0·799	1·012
1·068	101	0·897	0·840
1·109	111	1·115	1·006
[1 068]	$10\bar{1}$	1·068	1
[1·109]	$11\bar{1}$	1·109	1
(1·260)	(001)	—	—

Die Ähnlichkeit mit Tracht VII ist auch in den Zahlen deutlich erkennbar.

Vergleich der böhmisch-sächsischen Trachten.

Die Zahl der vorkommenden Flächen ist kleiner als bei den Cornwaller Erzen. Immer beobachtet wurden 100, 110, 101 und 111, 210 fehlt nur bei Tracht III, 320 tritt zweimal, 501 und 001 einmal auf. 321 und jede abgeleitete Pyramide fehlt.

Die Kristalle sind durchwegs durch ihre bedeutende Größe, der außerordentlichen Menge von Kniezwillingen und der trotz Begleitung von Quarz fast schwarzen Färbung ausgezeichnet.

Nur bei den Dachzwillingen sind die Farben um weniges lichter mit einem Stich ins Rötliche.

Bei den böhmisch-sächsischen Erzen sind fast ausnahmslos nur die Zwillingstrachten gegeben. Die Daten bezüglich der konstruktiv erschlossenen Normalkristalle können nur mit Vorsicht benützt werden. Gleichwohl geben sie im Vergleich zu den Cornwaller Trachten einige bemerkenswerte Gesetzmäßigkeiten.

Die Zentraldistanz 001 ist immer größer als Zentraldistanz 101 (wie in Cornwall).

Dagegen ist Zentraldistanz 101 und Zentraldistanz 111 nahezu oder völlig im Gleichgewicht. Mitunter schlägt das Verhältnis sogar um (Zentraldistanz 101 $<$ Zentraldistanz 111).

Das Verhältnis von Zentraldistanz 100 : Zentraldistanz 110 ist schwankend von Zentraldistanz 100 $>$ Zentraldistanz 110 bis Zentraldistanz 100 $<$ Zentraldistanz 110.

Die bei den Einzelkristallen gemachten Beobachtungen lassen vermuten, daß die 001 allen Trachten zukommen sollte; doch läßt sich dies in keiner Art sicherstellen.

Bemerkenswert ist die Breite der 100. Diese Fäche, am Zwilling nie fehlend (im Gegensatz zu Cornwall), kann am Normalkristall virtuell werden, dabei zwar die Höhe, nicht aber ihre Breite einbüßen (ebenfalls gegensätzlich zu Cornwall).

Die 210 scheint der Tracht als eigentümlich anzugehören, sie hat nie den Charakter einer Notfläche wie die 320. Daß die 210 im Normalkristall nicht Berücksichtigung fand, hängt mit dem Streben zusammen, die Zahl der zur Konstruktion nötigen Annahmen auf das mindeste zu beschränken.

An Trachttypen lassen sich folgende unterscheiden:

Normalkristalle.

Der »prismatische Grundtypus« (vgl. Cornwall) bietet durch sein dem Gleichgewicht nahes Verhältnis von Zentraldistanz 101 : Zentraldistanz 111 die Möglichkeit, auch unter den böhmischen Erzen aufzutreten. Tatsächlich finden wir ihn bei den Normalkristallen III und IX.

Daran schließt sich der »kubische Grundtypus«, jene Tracht, bei der alle Zentraldistanzen nahezu im Gleichgewicht sind, soweit es eben die Annahme gleich breiter 100 und 101 zuläßt. Nur die Zentraldistanz 001 ragt mehr hervor. Das etwas abweichende Verhältnis Zentraldistanz 101 : Zentraldistanz 111 hindert es, die Tracht I mit diesem Typus zu vereinen, welcher in Tracht IV schön entwickelt ist.

Mit diesem Typus im Prismenverhältnis übereinstimmend ist der »kubische Typus«, welcher sich von dem vorhergehenden nur durch größere Prismenhöhe unterscheidet, wodurch das Gleichgewicht zwischen Prismen- und Pyramidenzone gestört wird. Er ist für Böhmen — Sachsen besonders charakteristisch (VI, VII, VIII, X).

Der seltsamste Trachttypus findet sich bei II und V. Er ist durch das Fehlen von 100 und 110 und dem absoluten Gleichgewicht zwischen 101 und 111 ausgezeichnet. Der für ähnlich aussehende französische Erze von Lacroix (l. c.) geprägte Ausdruck »oktaëdrischer Typus« soll auch hier angewendet werden.

»Pyramidale Trachten« sind durch das Fehlen von 321 ausgeschlossen.

Charakteristisch für die böhmisch-sächsischen Zinnsteine ist die ungewöhnlich geringe Prismenhöhe (bis zum völligen Verschwinden).

Zwillingstrachten.

Schon bei Tracht II wurde betont, daß niemals die für Cornwall charakteristischen Kopfzwillinge, sondern ausnahmslos Kniezwillinge auftreten. [1] Im äußersten Falle ist die Frontalebene niedergelegt. Eine plausible Deutung dieses tiefgreifenden Unterschiedes gegenüber Cornwaller Erzen ist nicht gefunden worden.

Wir unterscheiden zwei Extreme: Dachzwillinge und Schwalbenschwanzzwillinge. Erstere sind weniger auffallend aber häufiger, letztere scheinen im wesentlichen auf Schlaggenwald und Zinnwald beschränkt.

Der Hauptunterschied liegt im Auftreten des Visieres, welches bei Dachzwillingen nahezu oder völlig verschwindet.

Anders ausgedrückt: Die Dachzwillinge sind im wesentlichen die Kniezwillinge kubischer (auch prismatischer) Typen, die Schwalbenschwanzzwillinge haben dagegen oktaëdrische Normalkristalle.

Die Zentraldistanz 100 und Zentraldistanz $10\bar{1}$ beziehungsweise Zentraldistanz $11\bar{1}$ sind bei den Dachzwillingen nicht allzuweit vom Gleichgewicht entfernt. Dagegen ist bei den Schwalbenschwanzzwillingen die Zentraldistanz 100 immer sehr bedeutend größer als Zentraldistanz $10\bar{1}$ beziehungsweise Zentraldistanz $11\bar{1}$.

Interessanterweise sind die Schwalbenschwanzzwillinge, also die Abkömmlinge oktaëdrischer Trachten, immer schwarz gefärbt und entweder von gar keinem oder nur wenig mitgewachsenem Quarz begleitet. [2] Schon bei den Cornwaller Erzen konnte Ähnliches an den »pyramidalen« Typen beobachtet werden. Das Verdrängen der Prismen gegenüber den Pyramiden scheint demnach auch hier von analogen Umständen begleitet zu sein. Dagegen sind hier trotz der Herrschaft der Pyramiden sehr ausgiebige Verzerrungen zu sehen. Das Verhältnis der empfindlichen (Prismen-) Zone und der unempfindlichen (Pyramiden-) Zone scheint sich genau verkehrt zu haben. Inwieweit die Art des Herausschälens der Normalkristalle hier verwirrend einwirkt, entzieht sich der Beurteilung. Der große Erzreichtum der immer

[1] An Cornwaller Stufen konnten als große Seltenheit auch Kniezwillinge nach Tracht II (Schlaggenwald) beobachtet werden. Sie treten immer bei großer Erzmenge auf.

[2] Gelegentlich auftretender Quarz ist älter oder jünger, nie gleich alt.

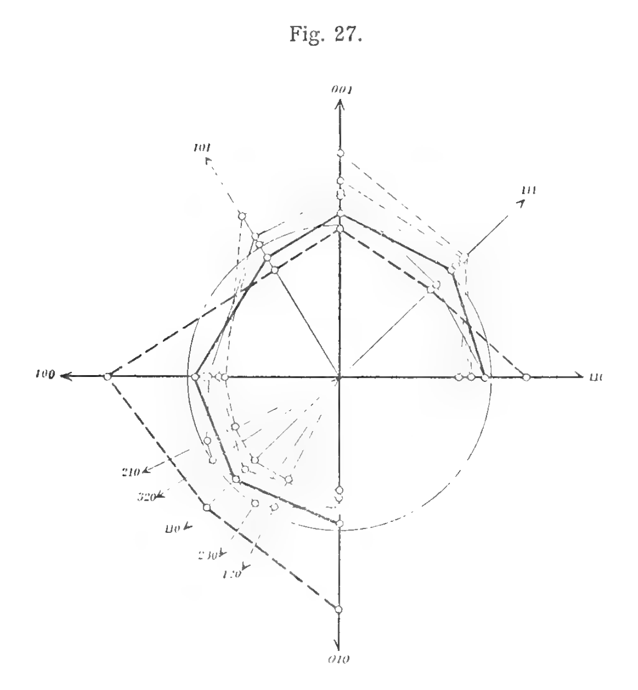
mit derartigen Zwillingen und oktaëdrischem Typus vereint auftritt, läßt vermuten, daß die Prismenzone dennoch die empfindliche ist, da sie durch den Reichtum an Material bei den Normalkristallen in ihrem Wachstum bis zum Virtuellwerden beschleunigt wird. Übrigens mögen in einem abschließenden Kapitel dahinzielende Bemerkungen ihren Platz finden.

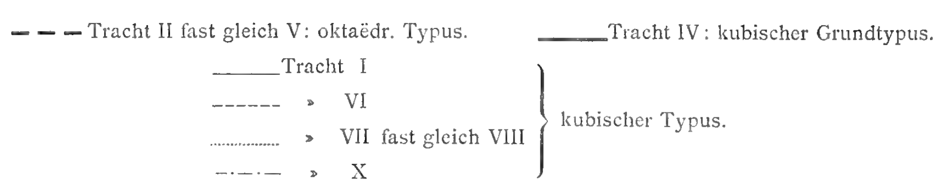
Bei den Schwalbenschwanzzwillingen sind Viellinge in mehr als einer Ebene nicht beobachtet worden, dagegen fächerartig ausstrahlende Wiederholungszwillinge häufig.

Die Dachzwillinge haben auffallend geringe relative Verzerrungen. Sie nähern sich außerordentlich dem Zustande völligen Gleichgewichtes zwischen allen Zentraldistanzen.

Die Trennung in »kubische« und »pyramidale« Dachzwillinge beruht auf dem Verhältnis Zentraldistanz 100 : Zentraldistanz 110. Ist Zentraldistanz 100 $<$ Zentraldistanz 110, dann hat man es mit kubischen, bei Zentraldistanz 100 $>$ Zentraldistanz 110 mit pyramidalen Zwillingen zu tun. (Vgl. VII und X beziehungsweise IX.) Es ist verständlich, daß sich die kubischen Dachzwillinge von kubischen, die pyramidalen von prismatischen Typen der Normalkristalle ableiten.

Fig. 27.





Die Ausnahmsstellung, welche Tracht IX einnimmt, scheint mit dem Mitwachsen von Topas im Zusammenhang zu stehen, doch läßt sich dies in keiner Art beweisen.

Am nächsten dieser Ausbildung, ohne IX völlig zu erreichen, kommt der Zwilling von Tracht VIII Dieser und IV nehmen eine Mittelstellung zwischen den beiden extremen Dachzwillingstypen ein.

Sehr scharf prägt sich die Scheidung in kubische und pyramidale Zwillinge im Verhalten gegen Viellingsbildung aus. Es ist klar, daß bei Fünflingen die 110 vorherrschen muß, wogegen bei Wendezwillingen die 100 Formträger sein kann. Tatsächlich beobachtet man auch bei kubischen Dachzwillingen nie Fünflinge, bei pyramidalen selten Wendezwillinge.

Tracht III spielt die Vermittlerrolle zwischen den Schwalbenschwanz- und den Dachzwillingen. Begreiflicherweise hat der zugehörige Normalkristall den prismatischen Grundtypus — ebenfalls ein Mitteltypus zwischen dem oktaëdrischen und dem kubischen Typus.

Bei der Übertragung der Zentraldistanzen aller Normalkristall-Trachten auf ein Blatt (vgl. Cornwall) wurde der prismatische Grundtypus (III und IX) als schon bekannt ausgeschaltet. Die Zeichnungen für II und V, wie für VII und VIII fallen übereinander. (Fig. 27.)

Tracht Pitkäranta.

Borgström[1] bringt in seiner Arbeit über die Zinnerze von Pitkäranta Abbildungen, welche zeigen, daß der »prismatische« und der »Grundtypus« in Pitkäranta analog den Cornwaller Erzen entwickelt sind. Auch hier scheint eine größere Ausbildung der empfindlichen Zone mit Zwillingsbildung zusammenzuhängen.

Der Grundtypus (durch eine schöne Tafelfigur repräsentiert), trägt eine Fülle seltener Pyramiden und Prismen, weicht aber von Tracht I Cornwall im Habitus wesentlich nicht ab.

Die am häufigsten ausgebildete Tracht ist jene, welche in Becke's Zinnsteinabhandlung (l. c.) abgebildet und als eigener Typus herausgehoben ist. Allerdings soll ihre kristallographische Ausbildung sehr zu wünschen übrig lassen, so daß für Goniometermessungen die Bevorzugung anderer Trachttypen begreiflich erscheint.

Gleichwohl wäre es von besonderem Interesse, wenigstens angenähert die Verhältnisse dieser häufig auftretenden und für Pitkäranta charakteristischen Tracht zu fixieren.

Da keinerlei Kristallmaterial zur Verfügung stand, wurde der Versuch gemacht, aus der in Becke's Arbeit reproduzierten Zeichnung die Zentraldistanz konstruktiv abzuleiten. Der Gedankengang ist höchst einfach. Kann man vom kantenrichtigen Kopfbild zur parallelperspektivischen Kristallprojektion kommen, so muß auch der umgekehrte Weg gangbar sein.

Es wurde also der abgebildete Kristall getreu kopiert und dann nach einer Reihe von Hilfskonstruktionen das kantenrichtige gnomonische Kopfbild rekonstruiert. Dann ist die Anfertigung der drei charakteristischen Schnitte sehr leicht. Der Abmessung der Zentraldistanz steht also nichts im Wege. Die mit diesen Zentraldistanzen vorgenommene Volumsberechnung gestattet den Übergang zu den relativen Zentraldistanzen. Von einer bildlichen Darstellung wurde abgesehen, da das Bild sich von dem kopierten Kristallbild nicht wesentlich unterscheidet.

Gemessene Zentraldistanz		Relative Zentraldistanz
(16·55)	(100)	(0·915)
12·2	110	0·674
14·1	320	0·779
(24·3)	(101)	(1·342)
21·2	111	1·171
20·7	321	1·109
19·0	001	1·050

Gewiß kann der Versuch, aus einer Zeichnung, und mag sie auch noch so genau angefertigt sein, die Zentraldistanzen ableiten zu wollen, nur relativen Wert beanspruchen.

Doch prägen sich schon in der gewonnenen Zahlenreihe die charakteristischen Eigentümlichkeiten der Tracht gut aus.

---

[1] Borgström: Kassiterit von Pitkäranta. Zeitschr. f. Kristall., XL. Bd., 1905, p. 1.

Während die übrigen Verhältnisse (Zentraldistanz 100 > Zentraldistanz 110 und Zentraldistanz 101 > Zentraldistanz 111) stark an die Cornwaller Erze gemahnen, ist die Zentraldistanz 001 kleiner als Zentraldistanz 101 (!). Diese Tatsache wurde nirgends mehr beobachtet. Die 001 muß also sehr groß sein, der Kristall selbst sehr niedrig. Diese Tracht mag als Sinnbild des »plattenförmigen Trachttypus« gelten. Becke räumte also mit vollem Rechte dieser Tracht eine Sonderstellung unter allen Zinnsteintrachten ein.

Tracht Stoneham.

Dana führt in seinem System of Mineralogy (1892) diese Tracht in einer besonderen Zeichnung an. Da hier der Typus verwirklicht erscheint, der aus den böhmischen Zwillingen bloß konstruktiv abgeleitet werden mußte, wurde auch hier die Abbildung zu einer Messung verwendet.

Der Vorgang ist analog dem bei Tracht Pitkäranta beschriebenen. Auch hier mag zur Darstellung der Tracht auf die Originalabbildung verwiesen oder die ganz übereinstimmende Figur von Tracht II Böhmen dafür gesetzt werden.

Gemessene Zentraldistanz		Relative Zentraldistanz
(1·6)	(100)	(1·509)
(1·34)	(110)	(1·264)
0·85	101	0·802
0·85	111	0·802
(0·99)	(001)	(0·934)

Es ist genau der schon von den böhmischen Erzen beschriebene oktaëdrische Typus.

In dieser Übereinstimmung der beobachteten Stonehamer Tracht mit den konstruierten Normalkristallen von II und V Böhmen scheint eine sehr kräftige Bestätigung der zur Herausschälung der Normalkristalle an böhmischen Erzen verwendeten Annahmen zu liegen.

Mit diesem Versuche wurde die Reihe der auf Zinnsteintrachten bezüglichen Messungen abgeschlossen. Es kann natürlich nicht Aufgabe dieser Zeilen sein, eine erschöpfende Übersicht über alle Zinnsteintrachten zu geben. Die Ausbildung des zugänglichen Materiales steckt der ganzen Arbeit recht enge Grenzen.

Ob die gewonnenen Resultate auf den Zinnstein beschränkt bleiben oder allgemeine Gültigkeit haben, ob die angewendete Methode weiter ausgebaut oder durch eine andere ersetzt werden soll, kann erst durch Ausdehnung derartiger Messungen auf ein größeres Gebiet entschieden werden.

Allgemeine Schlußbemerkungen.

Reihenfolge der Zentraldistanzen.

Becke[1] hat seine Ansicht über den Zusammenhang zwischen molekularem Aufbau und Größe der Zentraldistanzen dahin zusammengefaßt, daß die Zentraldistanzen sich in dieselbe Reihe einordnen sollten wie die Flächeninhalte der Elementarparallelogramme des zugrundeliegenden Raumgitters.

Mallard[2] unterscheidet nach Bravais für das tetragonale System zwei Arten von Raumgittern. Das erste, ein einfaches, quadratisches Prisma, läßt sich in der üblichen Stellung nicht verwenden, weil darnach 110 der 100 nachstehen müßte, entgegen den Tatsachen. Das zweite Raumgitter, ein zentriertes quadratisches Prisma, zeigt 110 der 100 überlegen. Zwischen beide schiebt sich aber dem Flächeninhalt nach die 101, abermals entgegen der Wirklichkeit.

Es dibt noch eine dritte Möglichkeit, nämlich das erste Raumgitter diagonal zu stellen, da es ganz auf Übereinkommen beruht, was als Prisma erster oder zweiter Art anzusehen ist. Entweder man verwendet das alte Mohs'sche Achsenkreuz und das erste Bravais'sche Raumgitter, oder das Achsenkreuz von Becke und berechnet die Flächeninhalte aus dem diagonal gestellten Elementarparallelepiped. Prinzipiell besteht natürlich kein Unterschied ($a:c$ nach Becke $= 1:0\cdot6723$, nach Mohs $= 1:0\cdot4768$).

Raumgitter			Grenzwerte der Zentraldistanzen
zentriert $s^2 =$	diagonal $s^2 =$		
2	2	100	0·608—1·560
1	1	110	0·431—1·264
1·61	6·42	101	0·802—2·970
8·42	5·42	111	0·802—2·610
4·42	4·42	001	0·934—3·558

Zum Vergleich mit den gemessenen Zentraldistanzen sind die Grenzwerte der in den vorliegenden Zeilen angegebenen Zentraldistanzen der einfachen Flächen zusammengestellt.

Sobald man ein einfaches, diagonal gestelltesPrisma als Elementarparallelepiped verwendet, sieht man einen überraschenden Parallelismus zwischen der Reihe von Flächeninhalten der Elementarparallelogramme und jener der zugehörigen Zentraldistanzen. Nur 001 macht hiervon eine Ausnahme.

Wirkliche Reihe (nach Zentraldistanz) 110, 100—111, 101, 001.
Theoretische Reihe 110, 100, 001, 111, 101—

Es scheint sich also das Becke'sche Gesetz im großen am Zinnstein zu bestätigen.

Tracht und empfindliche Zone.

Die Ausbildung der »Tracht« oder eines Trachttypus ist im wesentlichen von den chemischen Beziehungen zur Umgebung abhängig. Das prägt sich in der dunklen Färbung der Typen mit Pyramiden-

[1] Becke, in seinem Vortrag am Naturforschertag in Dresden 1907.

[2] Mallard: Traité du minéralogie, Bd. I.

herrschaft (pyramidal und oktaëdrisch) und in dem Mitauftreten von Quarz bei den säulenförmigen Trachten (prismatisch, kubisch) aus.[1]

Dagegen sind die an den vorhandenen Flächen auftretenden Verzerrungen rein physikalischen Ursprunges (Neigung zur Unterlage und gegen ein zweites Individuum (Zwilling), Spaltzone usw.).

Die Kohäsionseigentümlichkeiten des Zinnsteines werden also durch chemische und physikalische Einflüsse geändert. Der Kristall hat eine Art Anpassungsfähigkeit an seine Umgebung. Die Fähigkeit, ändernden Einflüssen nachzugeben, ist aber nach verschiedenen Richtungen verschieden ausgeprägt (vgl. Lagenverzerrung). Die Flächennormalen der Prismen- (Spalt-) Zone reagieren auf äußere Einwirkungen bedeutend leichter als jene anderer Zonen. Dies prägt sich auch im Verhalten gegen Lösungsgenossen (Quarz) aus. Größere, ziemlich reine Erzmassen kristallisieren in pyramidalen oder oktaëdrischen Formen, weniger Erz untermischt mit Quarz in säulenförmigen Gestalten. Es ist kaum vorstellbar, daß Erzreichtum die Prismenzone durch eine Verzögerung des Wachstums in den Richtungen der Pyramidennormalen zum Verschwinden bringe (oktaëdrisch). Viel wahrscheinlicher klingt es, daß auch hier vor allem die »empfindliche« Prismenzone den äußeren Einwirkungen durch extremes Wachstum nachgibt. Demnach würde Quarz auf das Wachstum in den Prismennormalen hemmend, Erzreichtumfördernd einwirken. Im ersten Falle treten die Prismen als mehr minder große Flächen auf, im anderen können sie ganz verschwinden.

Die schlankere, oft spießige Form Cornwaller Trachten, ihre bedeutend geringere Größe im Verhältnis zu allen anderen Trachten, lassen für die Cornwaller Erze eine sehr rasche Kristallisation vermuten. Nachdem die Kristallisationsgeschwindigkeit im allgemeinen vom Grad der Übersättigung in der Lösung abhängt, könnte man für Cornwall stark übersättigte, für Böhmen—Sachsen ganz wenig überkonzentrierte Lösungen annehmen. Es werden deshalb auch die Konzentrationsströme in Cornwal heftiger sein als bei den anderen Trachten, was zur Folge hat, daß sich eine Richtung (normal zur Kluftwand) besonders vor den anderen auszeichnet.[2]

Die Anwesenheit von Quarz als Lösungsgenossen scheint den Grad der Übersättigung und damit die Kristallisationsgeschwindigkeit zu vermindern, so daß nicht so zahlreiche, aber etwas größere Kristalle entstehen. Pyramidale Zinnsteine sind immer bedeutend kleiner als prismatische.

Deshalb dürften auch Zwillinge an pyramidalen Trachten, wie auch an langprismatischen (ebenfalls rasch gewachsenen) so selten sein. Wenn nämlich die rasch zuwandernden Moleküle nicht einmal Zeit finden, sich in entsprechender Stellung an schon vorhandene Kristalle anzusetzen, sondern eher den Keim zu neuen Kriställchen bilden, ist die Wahrscheinlichkeit für die Zwillingsbildung mindestens ebenso gering.

Bei der bedeutenden Wachstumsgeschwindigkeit pyramidaler Trachten scheint trotz der Abscheidung reiner Erzmassen die Materialzufuhr nicht gleichen Schritt gehalten zu haben. Das mußte zum Auftreten von Notflächen, insbesonders der 321 und anderer abgeleiteter Pyramiden führen, welche bei böhmisch-sächsischen Erzen nie beobachtet wurden. Die Prismenzone ist bei den meist steil gestellten Nadeln in der denkbar ungünstigsten Lage. Immerhin ist bezeichnend, daß alle pyramidalen Trachten eine virtuelle 100 tragen. Hierin scheint sich die Tendenz eines schnelleren, von der Lösungsreinheit veranlaßten Wachstums in den Prismennormalen zu verraten. Daß unter günstigeren Lagenbedingungen das Prisma tatsächlich rasch anwächst, ohne daß die Pyramiden imstande wären nachzukommen, zeigt Tracht IV Cornwall an seinen niedergelegten Kristallstöcken, welche einem dicken Bündel nadeliger Kriställchen gleichen.

Dagegen lassen die geringe Zahl und bedeutende Größe der Kristalle böhmisch-sächsischer Fundorte wie auch die fast ausschließliche Herrschaft der Zwillinge vermuten, daß die Moleküle Zeit genug

---

1 Vgl. hiezu die Arbeit von H. Gerhart (l. c.).

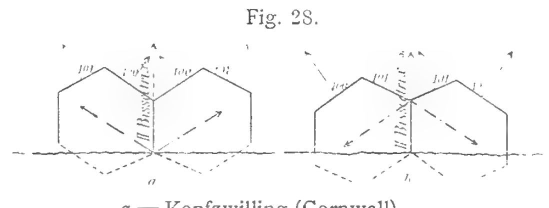
2 Die von der Oberfläche des Kristalles ausgehenden Konzentrationsströme sind nach allen Seiten gerichtet. Naturgemäß müssen aber bei einem dichten Rasen kleiner Kristalle sich diese Ströme gegenseitig sehr stören, ausgenommen jene, welche sich normal von und zu der Kluftwand bewegen.

hatten, alle zu ihrem Ansatz nötigen Bewegungen auszuführen. Die Konzentrationsströme scheinen schwach und langsam gewesen zu sein, eine besonders hervorstechende Strömungsrichtung kann sich dabei kaum entwickeln. Die Kristalle zeigen auch alle eine auffallende Gleichheit der Zentraldistanz, also das Vorherrschen von Trachten, welche den Grundtypen zukommen oder ihnen sehr nahe stehen. Vielleicht liegt in der besonders geringen Kristallisationsgeschwindigkeit ein Grund für das Auftreten der Kniezwillinge. Diese bieten die für die Fixierung der zweiten Bissektrix als bevorzugte Wachstumsrichtung stabilste Lage (vgl. Tracht II Böhmen). Die langsamen Strömungen mögen den Zwillingskeimen Zeit zum Aufsuchen dieser besonders günstigen Lage gegönnt haben.

Mit Ausnahme der Schwalbenschwanzzwillinge sind die Zwillinge durchwegs Abkömmlinge mehr minder kurzsäuliger Normalkristalle. Während an den Cornwaller Erzen die Zwillinge immer bedeutende Wachstumsstörungen zeigen, ist dies bei den böhmischen Zinnsteinen nicht so ausgeprägt. Vor allem ist die Scheidung der »empfindlichen« und »unempfindlichen« Zone kaum erkennbar. Der Grund dürfte in der Art des Aufwachsens liegen. Nach Kreutz ist die Verzerrung umso heftiger, je kleiner der Winkel der Normalen gegenüber der zweiten Bissektrix ist. Das scheint für die Schwalbenschwanzzwillinge zu gelten, wo die Pyramiden ihrer Lage nach bedeutend rascher gewachsen sind als die sonst so empfindlichen Prismen. Die Kopfzwillinge zeigen dagegen eine entschiedenere Bevorzugung der empfindlichen Zone, als der Spaltflächenzone.

Ein Vergleich der Frontalebenen von Knie- und Kopfzwillingen (Fig. 28) lehrt, daß die Angabe des »Winkelabstandes« einer Flächennormalen gegen die zweite Bissektrix allein irreführend werden kann

Fig. 28.



a = Kopfzwilling (Cornwall)
b = Kniezwilling (Böhmen-Sachsen).

da man immer zwei supplementäre Winkel zur Auswahl hat. Entweder man definiert die zweite Bissektrix als eine Linie, in der Richtung und Gegenrichtung verschiedenwertig sind, und zählt dann nur von einer Seite aus alle Winkel, oder, was einfacher scheint, man setzt zu den Winkelwerten noch die Angabe des Neigungssinnes gegen die zweite Bissektrix. Gerade davon scheint nämlich die Beschleunigung des Wachstumes abzuhängen. Kreutz (l. c.) machte aufmerksam, daß nur in der Nähe der Zwillingsgrenze heftige Verzerrungen auftreten. Jene Flächen, deren Normalen Divergenz gegen die von der Unterlage nach außen gekehrten zweiten Bissektrix zeigen, kommen bei raschem Fortwachsen immer weiter aus dem Bereiche der doppelten Molekularanziehung. Der Einfluß des Zwillings verschwindet. Konvergieren aber die Flächennormalen mit der zweiten Bissektrix, dann schieben sich die wachsenden Flächen immer der Zwillingsgrenze zu, müssen demnach gefördert werden. (Prismen bei Kopfzwillingen, Pyramiden bei Schwalbenschwanzzwillingen.)

Würde nun allein Winkelabstand und Richtungssinn maßgebend sein, dann wäre unverständlich, weshalb das Visier nicht ganz geschlossen wird,[1] insbesonders bei den Dachzwillingen, wo oft sehr wenig dazu fehlt. Ein völlig geschlossenes Knie ist aber ein seltener Fall. Es dürfte also auch hier trotz der günstigen Lage der Pyramiden und der für den Zwillingseinfluß entschieden ungünstigen der Prismen erstere Zone sich bedeutend unempfindlicher verhalten als letztere.

Hierzu führt noch Folgendes. Vergleicht man die Bilder aller Zwillinge und die daraus abgeleiteten Zentralistanzen, so tritt überall deutlich die Tendenz hervor, allseits im Gleichgewicht zu sein. (Ausgenommen die seltenen Zwillinge pyramidaler Trachten und jener von VIII Cornwall.) Nach unseren Ansichten, wonach Zwillinge in wenig übersättigter Lösung und bei schwachen Konzentrationsströmen wachsen, ist dieses allseitige Gleichgewicht ziemlich leicht verständlich. In der größeren Zahl von Mög-

[1] Einseitige Überdachung durch eine 101 ist keine Schließung. Dazu müßten die 101 und 111 überhaupt verschwinden.

lichkeiten dieses Gleichgewicht zu erreichen, scheint ein weiterer Grund für die Zwillingsbildung zu liegen.

Bezeichnenderweise gibt fast ausschließlich die Prismenzone dieser Tendenz nach. So finden wir die Ausheilung des Winkels bei Kopfzwillingen von den Prismen besorgt, begünstigt durch die Neigungsrichtung zur zweiten Bissektrixe. Es besteht aber auch eine merkwürdige Ausgleichung zwischen den Zentraldistanzen der nach außen und oben gekehrten Flächen bei den Kniezwillingen. Bei allen Dachzwillingen wachsen die Prismen genau soviel, daß sie mit den Pyramiden im Gleichgewicht sind. Ist dies schon im Einzel (Normal)kristall der Fall, dann unterbleibt jede Zunahme. Die Schwalbenschwanzzwillinge haben im Normalkristall ein virtuelles Prisma. Eine Beschleunigung im Wachstum kann also nicht mehr erfolgen. Wir finden im Gegenteil eine relative Verzögerung.[1] In diesem Sinne ist es bemerkenswert, daß die meisten großen Schwalbenschwanzzwillinge breite Prismengürtel tragen, die kleinen oft gar keine. Auch hier scheint also das Prisma der Tendenz allseitig gleicher Ausbildung am leichtesten nachzugeben, allerdings im negativen Sinne.

Auf diese Weise mögen auch die zahlreichen Viellinge Erklärung finden. Die Zwillinge nach mehreren Ebenen und Durchkreuzungen bei Kopfzwillingen, die vielfachen Wendezwillinge und Fünflinge bei Kniezwillingen, sie alle zeigen dieselbe Anlage, nämlich möglichst gleichmäßiges Wachstum nach allen Seiten.[2] Immer sind es die Prismen, welche ausgleichend in der Form wirken, da eine tiefe Rinne ausfüllen, dort allzurasch aufschießende Kanten abrunden.

Es mag hier noch an die Lagenverzerrung erinnert werden, welche ebenfalls zu dickbauchigen, allseits ziemlich gleich ausgewachsenen Kristallen führt.

Wir verstehen demnach unter der Empfindlichkeit einer Zone die Fähigkeit, auf äußere Einflüsse chemischer und physikalischer Art durch geändertes Wachstum ausgiebig zu reagieren. Der Sinn der Änderung (positiv oder negativ) hängt von den Umständen ab.

Bei dem Zinnstein spielt die Spaltflächenzone diese Rolle, wogegen die Pyramiden nur bei völligem Fehlen der Prismen und bei Schwalbenschwanztypus eine Reaktion auf Zwillingsverzerrung zeigen, sonst nahezu vollständig unempfindlich sind.

[1] Absolut genommen wachsen auch die Prismen, im Vergleich zum Normalfall bleiben sie zurück.

[2] Die kammartige Bildung von Tracht VI Cornwall ist ein Versuch, bei Nadelerzen dieser Tendenz gerecht zu werden. — Ebenso die vielfachen unregelmäßigen Büschelbildungen bei pyramidalen Formen.

Ergebnisse.

Wir unterscheiden 7 Trachttypen von Einzelkristallen.[1]

		Zentraldistanz						Begleiter	Vorkommen
		100 : 110	101 : 111	100 : 101	110 : 111	101 : 001	321		
Grundtypen	prismatisch	$>$	$\simeq$	$\langle\simeq\rangle$	$\langle\simeq\rangle$	$<$	—	Quarz	Cornwall: I. Böhmen: III, IX.
	kubisch	$\simeq$	$\simeq$	$\simeq$	$\simeq$	$<$	—	»	Böhmen: IV (I).
Säulenförmige Typen	prismatisch	$>$	$>$	$<$	$<$	$<$	bedeutend >1	»	Cornwall: III, VI, VII, VIII (IX).
	kubisch	$\simeq$	$\langle\simeq\rangle$	$<$	$<$	$<$	—	»	Böhmen: VI, VII, VIII, X.
Pyramidale Typen	pyramidal	$>$	$>$	$<$	$<$	$<$	nahezu $= 1$	θ	Cornwall: II, IV, V.
	oktaëdrisch	$>$ (virtuell)	$=$	$>$	$>$	$<$	—	θ	Böhmen: II, V. Stoneham.
Plattenförmiger Typus		$>$	$>$	$<$	$<$	$>$	>1	?	Pitkäranta.

111 fehlt nie, 110 wird nur beim oktaëdrischen Typus virtuell.

Zwillingsformen.

1. Kopfzwillinge (versenktes Knie) . . Cornwall. 2. Kniezwillinge (versenkte Köpfe) . . Böhmen.

Bei Kniezwillingen lassen sich folgende extreme Fälle unterscheiden:

		Zentraldistanz							Begleiter	Tracht		Vorkommen
		100 : 110	101 : 111	$10\bar{1} : 11\bar{1}$	100 : 101	$100 : 10\bar{1}$	110 : 111	$110 : 11\bar{1}$		Normalkristall	Zwilling	
Dachzwilling	kubisch	$<$	$<$	$\simeq$	$\simeq$	$\langle\simeq\rangle$	$\simeq$	$\langle\simeq\rangle$	Quarz	kubischer Typus	VII, X	Böhmen, Sachsen
	pyramidal	$>$	$\simeq$	$\simeq$	$\simeq$	$>$	$\simeq$	$\simeq$	»	prismatischer Grundtypus	IX	
Schwalbenschwanzzwilling		$>$	$\simeq$	$=$	$\langle\simeq\rangle$	$\gg$	$\simeq$	$\gg$	θ	oktaëdrischer Typus	II, V	

[1] In den Tabellen bedeutet: $\simeq$ »nahezu gleich«, d. h. die Zentraldistanzen sind um weniger als 0·1 verschieden. $\langle\simeq\rangle$ heißt »schwankend um die Gleichgewichtslage«, — die Grenzen sind hier etwas weniger eng gesteckt.

Für die Bildungsweise gelten folgende Regeln.

Reines Erz { in größerer Menge / in geringer Menge } führt zu { oktaëdrischen / pyramidalen } Trachten.

Quarz als Lösungsgenosse veranlaßt säulenförmige und Grund-Typen.

Zwillinge sind immer gleich voluminös oder voluminöser als zwei Einzelkristalle.

Lagenverzerrte Kristalle sind größer als normale Einzelindividuen.

Zwillinge und lagenverzerrte Kristalle zeigen die Tendenz allseitig gleichmäßiger Ausbildung.

Zur Verwirklichung dieser Tendenz treten Wachstumsänderungen (gesetzmäßige Verzerrungen) auf.

Diese erfolgen fast ausschließlich in der Prismenzone, weshalb diese als die »empfindliche« Zone bezeichnet wird.

Die »Empfindlichkeit« der Zone ist an das Vorhandensein der Spaltflächen geknüpft.

Die gesetzmäßigen Zwillingsverzerrungen in der empfindlichen Zone beschränken sich auf die Nähe der Zwillingsgrenze (Becke, Kreutz) und auf jene Flächen, deren Normalen mit der zweiten Bissektrix kleine Winkel bilden (Kreutz) und mit ihr konvergieren.

Die Pyramiden verhalten sich unempfindlich trotz eventueller günstiger Lage (Visier), ausgenommen, wenn die Prismen völlig fehlen.

Lagenverzerrte Kristalle und Kopfzwillinge zeigen gesetzmäßige Wachstumsänderungen, die sich ausschließlich durch ihre Intensität unterscheiden.

In folgender Tabelle sind noch einmal alle relativen Zentraldistanzen der Normalkristalle und die vergleichbare Zentraldistanz der Zwillinge zusammengestellt.

Tabelle der Zentraldistanzen.[1]

---

[1] In der Tabelle sind in der ersten Horizontalreihe immer die einfachen, in der 2. eventuell auch 3. die Zwillingskristalle eingetragen. Die Reihenfolge entspricht jener in dem Text der Arbeit.

		100	110	210	320	101	501
		100 010	110 1̄10	210 120	320 230	101 101̄	501 501̄
Cornwall	I	1·137	0·846	—	0·960	0 965	—
	II	(0·866)	0·706	—	0·732	1·444	—
	IV	(0·815)	0·574	—	—	(2·015)	—
	V	(0·634)	0·494	—	0·526	2·590	—
	VI	(0·608)	0·434	—	—	2·810	—
	III	0·745	0·576	—	0·633	1·606	—
	VII	0·747 0·694 0·973 1·249 [2]	0·580 0·580 0·980	0·684 0·625 0·751 1·130 1·000	0·648 0·598 0·694 1·077 0·980	1·590 1·590	—
	VIII	(0·610) (0·610) (0·801) (0·973)	0·431 0·431 0·688	—	—	(2·970) (2·970)	—
	(IX)	0·786	0·597	0·713	—	1·539	—
Böhmen—Sachsen	I	0·855	0·948	0·952	0·957	1·062	—
	II	(1·560) 1·745 1·618	(1·263) 1·448	— 1·663 1·590	—	0·817 1·523 0·817	—
	III	1·237 1·237 1·355	0·973 0·956	—	—	0·905 0·909 0·895	—
	IV	0 945 0·945 0·990	0·943 0·888	— 0·959 (1·008)	— 0·935 (0·964)	0·912 0·995 0·912	—
	V	(1·251) 1·642 1·582	(1·217) 1·399	— 1·582 1·582	—	0·822 (1·582) (0·822)	— 1·794 1·508
	VI	0·749	0·780	0·794	—	1·280	—
	VII	0·887 1·013 0·887	0·862 1·151	— 1·141 1·119	—	1·008 0·997 1·008	—
	VIII	0·942 1·016 0·942	0·862 0·894	— 0·963 0·956	—	1·006 1·033 1·006	—
	IX	1·035 1·035 (1·155)	0·834 0·808	— 0·960 (1·035)	— 0·902 (0·962)	0·988 1·048 0·988	—
	X	0·790 0·829 0·799	0·810 1·024	— 0·992 0·988	—	1·068 0·897 1·068	—
Pitkäranta		(0·915)	0·674	—	0·779	(1·342)	—
Stoneham		(1·509)	(1·264)	—	—	0·802	—

[1] Die römischen Ziffern bezeichnen Tafelfiguren, die arabischen Textfiguren.

[2] Bei Zwillingen ist 100 immer die Kielfläche (an böhmischen Erzen aufwärts gekehrt). Die darunter gesetzte Zahl entspricht der 1̄00. Analog bei 210 (2̄10), 120 (1̄20) usw.

111	321	552	771	761	001	Trachttypus		Hinweis auf die Abbildungen [1]
111 11Ī	321 231					Normalkristallen	Trachtzwilling	
0·960	—	—	—	—	1·032	prismatischer Grundtypus	—	I, II, III
1·329	1·046	—	—	—	(1·169)	pyramidal	—	IV, V
1·778	0·978	—	—	—	(2·310)	»	—	VII
2·450	1·309	—	0·875	—	(3·040)	»	—	VIII
2 448	1·546	—	—	—	(3·285)	prismatisch	—	IX
1·460	—	—	—	—	(1·900)	»	—	VI, X, XI
1·412 1·412	—	—	—	—	(1·890) (1·890)	»	Kopfzwilling	XII
2·610 2·610	1·749 1·749 1·749 1·956 1·887	—	—	—	(3·558) (3·558)	»	»	XIII
1·402	—	1·347	—	0·844	(1·807)	»	—	XIV
0·867	—	—	—	—	1·198	(Kubischer Grundtypus) [3]	—	17, XV
0·817 1·487 0·817	—	—	—	—	(0·965) —	oktaëdrisch	Schwalben-schwanzzwilling	18, XVI, XVII
0 861 0·828 0·861	—	—	—	—	(1·065) —	prismatischer Grundtypus	Kniezwilling (Schwalben-schwanz)	20
1·008 0·959 1·008	—	—	—	—	(1·067) —	kubischer Grundtypus	Dachzwilling	XVIII, XIX
0·822 1·478 0·822	—	—	—	—	(0·962) —	oktaëdrisch	Schwalben-schwanzzwilling	XX
1·132	—	—	—	—	(1·463)	kubisch	—	23, XXI
1·038 (1·242) 1·038	—	—	—	—	(1·181) —	»	kubischer Dach-zwilling	XXII
1·016 1·020 1·016	—	—	—	—	(1·179) —	»	Dachzwilling (pyramidal?)	XXIII, XXIV
0·960 0·960 0·960	—	—	—	—	(1·161) —	prismatischer Grundtypus	pyramidaler Dachzwilling	XXV
1·109 1·115 1·109	—	—	—	—	(1·260) —	kubisch	kubischer Dachzwilling	26
1·171	1·109	—	—	—	1·050	plattenförmig	—	—
0·802	—	—	—	—	(0·934)	oktaëdrisch	—	(XVII)

[3] ( ) bedeutet, daß die Kristallausbildung nicht alle Charakteristika des Typus zeigt, sondern eine Mittelstellung zu anderen einnimmt.

Tafel I.

Tafel I.

Fig. 1. *a* = Originalkristall, *b* = Schemakristall zu Tracht I, Cornwall.

» 2. Originalkristall zu Tracht I, Cornwall.

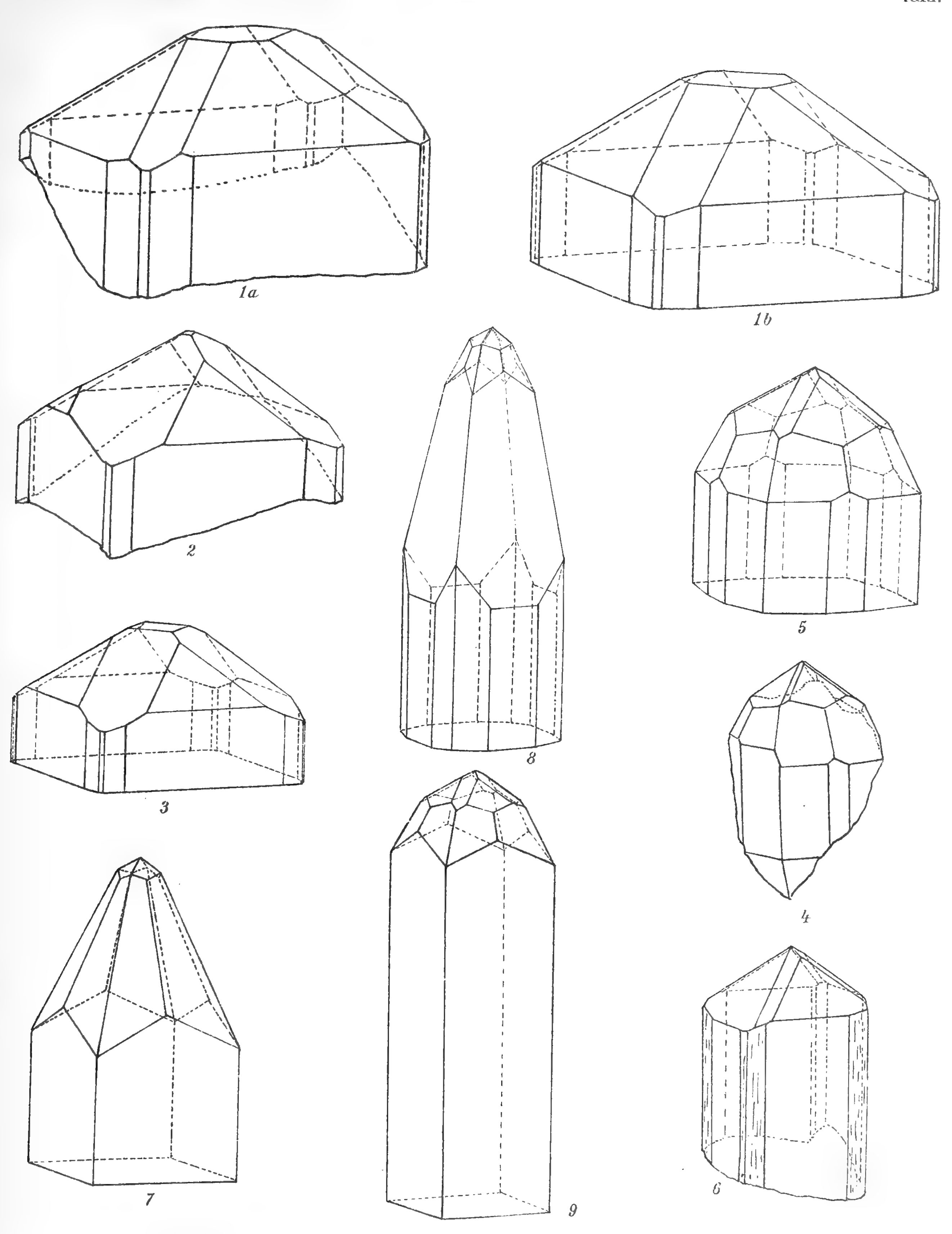
» 3. »Tracht I«, Cornwall.

» 4. Originalkristall zu Tracht II, Cornwall.

» 5. »Tracht II«, Cornwall.

» 6. Originalkristall zu Tracht III*a*, Cornwall.

» 7. Tracht IV,
» 8. Tracht V, } Cornwall.
» 9. Tracht VI,



Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.

Tafel II.

Tafel II.

Fig. 10. a = Originalkristall, b = Schemakristall, c = Normalkristall zu Tracht IIIb, Cornwall.

» 11. »Tracht III«, Cornwall.

» 12. Originalzwilling zu Tracht VII, Cornwall.

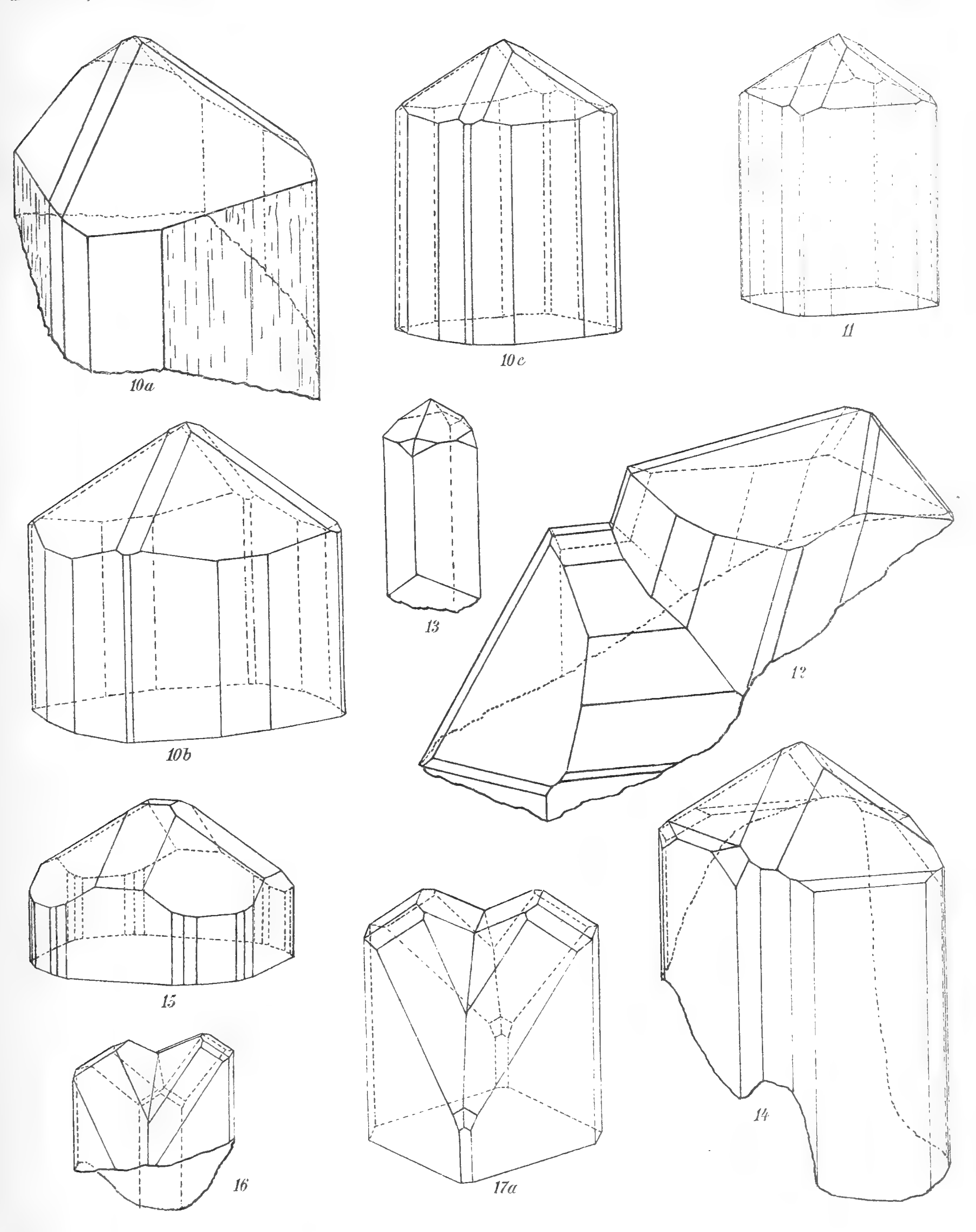
» 13. Originalzwillingsteil zu Tracht VIII, Cornwall.

» 14. Originalkristall Tracht IX (Dauphiné ?).

» 15. »Tracht I«, Böhmen.

» 16. Originalzwilling zu Tracht II, Böhmen.

» 17. a = Trachtzwilling zu Tracht II, Böhmen.



Lith. Anst. v. Th. Bannwarth Wien.

Tafel III.

Tafel III.

Fig. 17. *b* = Normalkristall zu Tracht II, Böhmen.

» 18. Originalzwilling zu Tracht IV, Böhmen.

» 19. »Tracht IV«, Böhmen, Normalkristall.

» 20. Originalzwilling zu Tracht V, Böhmen.

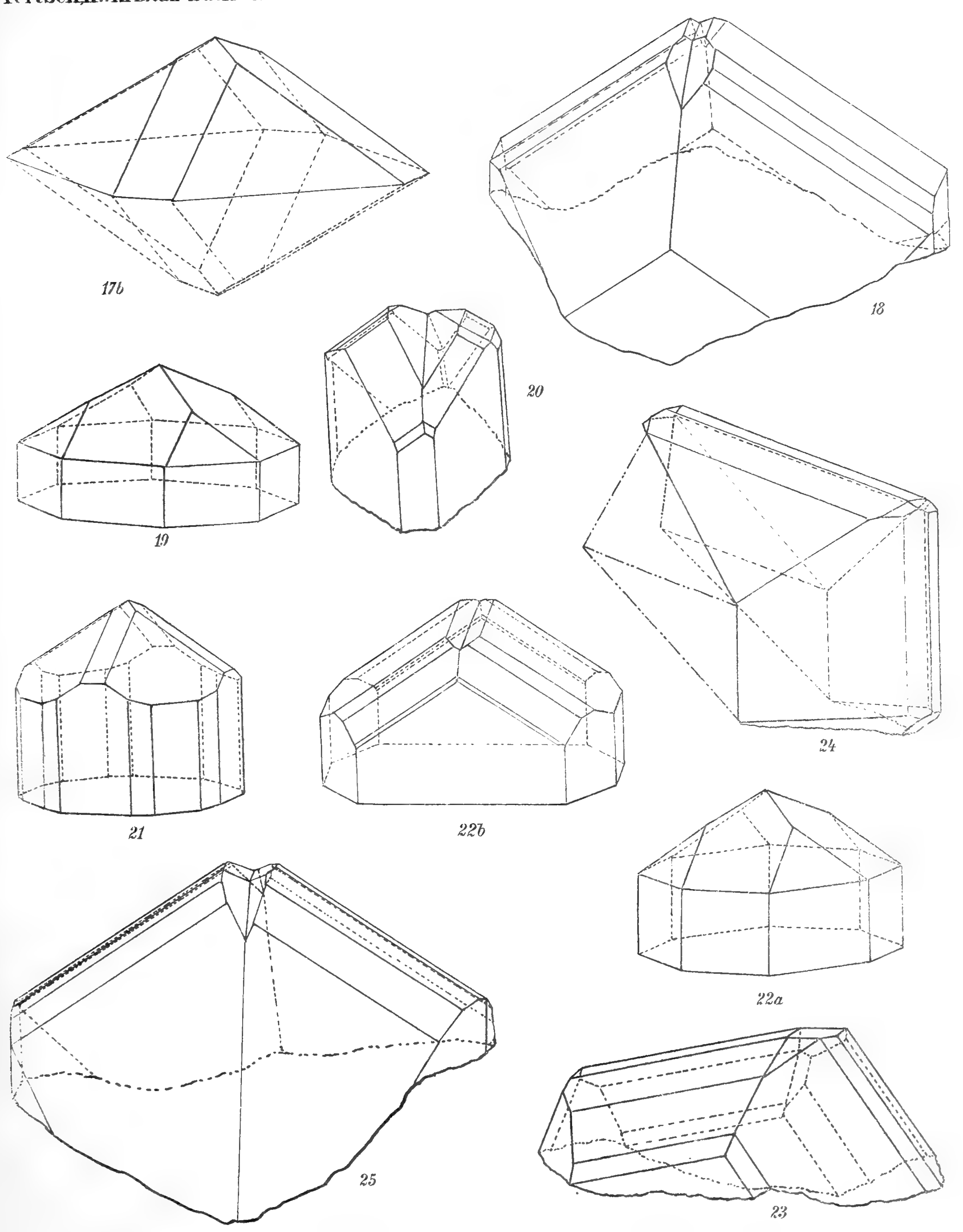
» 21. »Tracht VI«, Böhmen.

» 22. »Tracht VII«, Böhmen, *a* = Normalkristall, *b* = Trachtzwilling.

» 23. Originalzwilling zu Tracht VIII, Sachsen.

» 24. Originalfünflingsecke zu Tracht VIII, Sachsen.

» 25. Originalzwilling zu Tracht IX, Sachsen.



Lith.Anst.v.Th.Bannwarth,Wien.

DIE
VERBREITUNG DER HOLZGEWÄCHSE
IN
BULGARIEN UND OSTRUMELIEN.

VON

L. ADAMOVIĆ.

(WIEN.)

Mit 1 Karte.

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 2. JULI 1908.

Die hohe Bedeutung, welche sowohl vom pflanzengeographischen als auch vom wirtschaftlichen Standpunkt aus den Holzgewächsen eines Gebietes zuteil wird, hat mir die Anspornung gegeben, mein besonderes Augenmerk vorzüglich diesen Elementen in Bulgarien und Ostrumelien zu widmen. Daß diese Studien speziell im erwähnten Gebiete von besonderer Wichtigkeit sind, spricht einerseits der Umstand dafür, daß diese Länder zwischen Kleinasien und Südrußland gelegen sind, wodurch sowohl ostmediterrane als auch pontische Elemente daselbst leicht einwandern konnten und können, andrerseits wieder die Tatsache, daß hier zwei verschiedene Vegetationsgebiete (das mitteleuropäische und das mediterrane) an einer ziemlich langen Strecke aneinanderstoßen.

Erwähnte Studien verfolge ich schon fast volle zehn Jahre. Jedoch verdanke ich die wichtigsten Daten meiner im Jahre 1905 mit Subvention der kaiserl. Akademie der Wissenschaften unternommenen großen Reise und besonders meiner im Vorjahre mit Unterstützung des Naturwissenschaftlichen Orientvereines speziell zu erwähntem Zwecke ausgeführten Reise.

Während dieser Reisen gelang es mir nicht nur, sämtliche dort vorkommende Holzelemente festzustellen, sondern auch ihre sowohl horizontale als auch vertikale Verbreitung zu verfolgen und dies alles kartographisch darzustellen.

Was aus der Karte nicht ersichtlich ist oder wenigstens nicht so leicht und so präzis zu ersehen ist, wird im nachstehenden erörtert werden.

Im folgenden werden sämtliche Holzgewächse erwähnter Länder in alphabetischer Reihenfolge angegeben.

---

1. Abies alba Mill.

Die gewöhnliche Tanne kommt in unserem Territorium nur im Bereiche des mitteleuropäischen Vegetationsgebietes vor, und zwar in der Regel nur in der Bergstufe. In dieser Stufe ist sie in sehr geringer Anzahl, meistens auf Felsen der Suva Planina und der Stara Planina (Westbalkan) anzutreffen. Um ein klein wenig häufiger ist sie im großen Balkan, auf der Vitoša und in der Ostrhodope vorhanden. Recht häufig ist sie dagegen in der Osogovska Planina (Rujen), in der Westrhodope (ob Belovo) und namentlich in der Rila Planina und auf dem Perin.

Die Apollonstanne kommt in unserem Territorium nicht vor, wohl wurde sie aber vom Verfasser dicht an der Grenze desselben (auf dem Crni Vrh und auf der Hubava Planina bei Skoplje) entdeckt.

2. Acer-Arten.

In der Absonderung der Ahorn-Arten halten wir uns nach der Velenovský'schen Flora bulgarica und unterscheiden mit diesem Autor folgende Arten:

a) *A. tataricum* L. Ein Element der Šibljakformation, welches im ganzen Territorium, allerdings nirgends in größerer Menge, in der Hügelstufe auftritt. Stellenweise tritt dieser Ahorn auch in Hecken und als Unterholz des Ornusmischlaubwaldes auf.

b) *A. Pseudo-Platanus* L. Ein ziemlich wichtiges, jedoch selten gesellig auftretendes Element des Bergwaldes und des Voralpenwaldes der Suva und Stara Planina, des großen Balkan, der Vitoša, Osogovska Planina, Rhodope, Perin und Rila Planina.

c) *A. Visianii* Nym. (*A. Heldreichii* Orph., *A. macropterum* Vis.). Bergwaldelement (reicht selten in die Voralpenstufe hinauf) auf der Suva und Stara Planina, im großen Balkan und auf der Osogovska Planina.

d) *A. campestre* L. tritt bald strauchartig in der Šibljakformation, in Hecken, im Buschwalde und als Unterholz der meisten Hochwälder, teils wieder als hoher Baum meistens im Bergwalde auf. Reicht daher von der Hügelstufe bis in die Voralpen.

e) *A. hyrcanum* Fisch. (*A. italum* Panč.), Šibljak- und Buchwaldelement der submontanen und montanen Stufe der Stara Planina, Vitoša, Rhodope, Osogovska und Rila Planina.

f) *A. reginae Amaliae* Orph. (*A. intermedium* Panč.), Glied der Šibljakformation, des Ornusmischlaubwaldes und seltener noch des Buschwaldes in der Hügel- und submontanen Stufe fast des ganzen Territoriums.

g) *A. monspessulanum* L. Von der Hügel- bis zur submontanen Stufe in der Šibljakformation und im Ornusmischlaubwalde um Tzaribrod, Dragoman, Varna, Helibčevo und in der Ostrhodope stellenweise verbreitet.

h) *A. platanoides* L. In der Bergstufe der Vitoša, Stara und Suva Planina, des Balkans, der Rila- und Perin Planina.

2. Aesculus Hippocastanum L.

Noch vor zehn Jahren hat Velenovský im allgemeinen Teile des Supplementum I seiner Flora bulgarica nachstehende bemerkenswerte Mitteilung gemacht: »Die Roßkastanie *(Aesculus Hippocastanum)* ist in Bulgarien in kultiviertem Zustande wenig bekannt. Merkwürdig ist bloß der Standort bei Preslav, wo dieselbe über dem Balkanpaß im Laubwald in vollkommen wildem Zustande auf ausgedehnten Berglehnen wächst. Ob sie hier ursprünglich angepflanzt wurde oder ob dieser isolierte Standort natürlich ist, ist für uns schwer zu entscheiden.«

Der Umstand, daß Velenovský, trotz vorstehender Bemerkung, in den speziellen (systematischen) Teil seiner Flora bulgarica die Roßkastanie nicht einverleibt hat, bestärkte in mir den Zweifel über die Indigenität dieses Baumes im Balkan.

Nun machte vor zwei Jahren B. Davidoff in seiner bulgarisch verfaßten Abhandlung: »Versuch zur Erforschung der mediterranen Flora auf den Nordabhängen des Balkan« (Varna 1905) über die Roßkastanie folgende merkwürdige Äußerung:

»*Aesculus Hypocastanum* — Roßkastanie. Im ganzen Flußlaufe der Derviška Reka im Derviški-Balkan bei Preslav, spontan, verwildert.«

Sowohl aus der Mitteilung Velenovskýs als auch aus jener Davidoffs geht einerseits klar hervor, daß der Baum an der angegebenen Stelle reichlich vorhanden ist, andrerseits wiederum, daß derselbe scheinbar verwilderten Ursprungs sein sollte.

Somit standen wir vor der festgestellten Tatsache des Vorkommens der Roßkastanie in Bulgarien, aber die bedeutend wichtigere Frage über die Indigenität dieses Baumes in diesem Lande wurde immer noch ungelöst und unerörtert gelassen.

Da die definitive Lösung dieser Frage sowohl vom entwicklungsgeschichtlichen als auch vom pflanzengeographischen Standpunkt von höchster Bedeutung ist, benutzte Verfasser die Gelegenheit, als er im Frühjahr des Jahres 1907 wegen pflanzengeographisch-topographischer Aufnahmen Bulgariens die Umgebung von Preslav berührte, um die Standorte der Roßkastanie aufzusuchen und dieselben einer genauen Untersuchung und Prüfung zu unterwerfen.

Aus früheren zu erwähntem Zwecke unternommenen Reisen des Verfassers kannte er fast ganz Bulgarien und Ostrumelien und wußte daher, daß die Velenovský'sche Behauptung, wonach die Roßkastanie in Bulgarien höchst sporadisch gepflanzt wird, ganz richtig ist. Um so mehr wuchs sein Erstaunen beim Erblicken vieler gepflanzter Roßkastanien in den Anlagen (besonders im Militärlager) zu Šumen (Šumla) und in Eski-Džumaja, welche Städte in der nächsten Nähe von Preslav liegen. Verfassers Nachfragen ergaben als Resultat, daß sämtliche diese Bäume aus den Wäldern des Balkans ob Preslav entstammen, von wo aus jahraus jahrein mehrere hunderte von jungen Stämmen in die umliegenden Städte verpflanzt werden.

In Preslav angelangt sah Verfasser ebenfalls einige gepflanzte Roßkastanien, für die man ebenfalls als Herkunft den nahen Berg Derviški-Balkan angab.

Preslav liegt am Nordfuß des östlichen Balkantraktes, der unter dem Namen Derven-Balkan bekannt ist. Der eigentliche ob Preslav sich erstreckende Teil des Derven-Balkans wird Derviški-Balkan genannt, wie auch der von einem Sattel nordwärts herabfließende Fluß (Derviška Reka), der bei Preslav in die Kamčija einmündet.

Die Umgebung Preslavs befindet sich am äußersten nordöstlichen Zipfel des mediterranen Vegetationsgebietes, und zwar in der nordrumelischen Unterzone der ägäisch-euxinischen Vegetationszone.

Die Vegetation um Preslav gehört der submontanen Stufe an. Die am häufigsten daselbst vorkommenden Formationen sind: Šibljak (mit *Cercis, Syringa, Paliurus, Cotinus, Berberis, Colutea, Jasminum, Pyrus amygdaliformis, Coronilla emeroides* usw.), Ornusmischlaubwald (*Fraxinus Ornus, F. oxyphylla, Tilia argentea, Ostrya, Prunus Mahaleb, Carpinus* usw.), Felsentriften (*Salvia ringens, S. untans, S. sclarea, S. Aethiopis, Physocalus, Orlaya, Goniolimon, Jurinea arachnoidea, Vinca herbacea, Ranunculus millefoliatus, Hypericum rumelicum, Euphorbia Myrsinites, Campanula lingulata, Verbascum phoeniceum* usw.) und Tomillares (*Satureja, Thymus, Salvia, Hyssopus, Teucrium, Stachys, Origanum, Cytisus, Ruta, Achillea, Astragalus, Hypericum*-Arten usw.) Die Kulturen bestehen aus Weinbergen, Mais- und Getreidefeldern, Melonenplantagen usw.

Am 27. Mai 1907 begab sich Verfasser in die Schlucht der Derviška Reka, welche in östlicher bis nordöstlicher Richtung verläuft. Dieselbe ist von Preslav aus in weniger als einer Stunde zu erreichen. Bis zum Eingang in die Schlucht ist das durchwegs aus Alluvium bestehende Terrain meistens unter Weinbau und Getreidearten, welche mit Šibljak und Felsentriften alternieren. Das Terrain der Schlucht

besteht aus flyschartigen Gebilden. Die Hänge sind ziemlich steil, der rechte unter dem Winkel von 60 bis 70°, der linke 45 bis 50°. Die ganze Schlucht ist schön bewaldet bis zu den Kammhöhen der Abhänge. Die linke Seite ist weniger dicht bewaldet, ja sogar stellenweise vollständig denudiert oder bloß von Buschwald, mitunter auch von Šibljak bedeckt.

Den ersten, beziehungsweise tiefsten Roßkastanien begegnet man schon bei 300 *m* Höhe. Sie kommen vereinzelt im submontanen Laubwald zerstreut vor. Dieser Laubwald hat hier den Charakter des Ornusmischlaubwaldes.

Roßkastanienführende Ornusmischlaubwälder sind nicht nur in der Derviška Reka vorhanden, sondern auch in ihrem Nebenflusse Zurleva Reka und am Studeni Kladenac an der Kamčija.

In diesem Ornusmischlaubwalde, in welchem zwei Baumarten, der Wallnußbaum und die Silberlinde, vorherrschen, kommt die Roßkastanie zerstreut vor.

Immerhin sind auch die hier auftretenden Roßkastanienindividuen prächtig entwickelt, 10 bis 12 *m* hoch und bis zu 1 *m* im Durchmesser, so daß sie an Größe und Üppigkeit keiner anderen dort vorkommenden Baumart nachstehen.

Je höher man flußaufwärts steigt, desto häufiger werden die Roßkastanien, bis sie ungefähr bei 380 *m* die Oberhand über sämtliche Elemente gewonnen haben.

Die eigentliche *Aesculus*-Formation kommt an der oberen Grenze der unteren (transitorischen) submontanen Unterstufe vor und ist durch die untere submontane Unterstufe, und zwar bis zu einer Höhe von 500 *m* verbreitet. In dieser Unterstufe kommt die Roßkastanie als Formation nicht nur in der Derviška Reka vor, sondern auch in der Zurleva Reka, welche, wie erwähnt, eigentlich ein Nebenfluß des erstgenannten Flusses ist.

Als Formations-Hauptleitpflanze ist die Roßkastanie nur dem Flußbett entlang zu beobachten. An den mehr exponierten erhöhteren Hängen ist sie nur, soweit der Ornusmischlaubwald reicht, vereinzelt zu beobachten. Wo der Rotbuchenwald anfängt, hört die Roßkastanie plötzlich vollständig auf vorzukommen. Dies ist der Unfähigkeit der Roßkastanie zuzuschreiben, einen erfolgreichen Kampf mit der für höhere sonnige Lagen besser angepaßten Rotbuche führen zu können, was wiederum mit den ökologischen Verhältnissen in Einklang zu bringen ist.

Die Roßkastanie scheint in wärmeren Lagen feuchtere Bodenarten und sogar eine feuchtere Atmosphäre den trockeneren Stellen vorzuziehen. Das läßt sich an den bulgarischen Standorten überall verfolgen und feststellen; denn nicht nur die exponierteren und luftigeren Stellen, sondern selbst die steinigen und südlichen Lagen werden von der Roßkastanie möglichst gemieden. Auch beim Betrachten des Aufkommens der in südlichen Ländern gepflanzten Roßkastanie ist dies zu bemerken. Ist dieser Baum an schattigen oder feuchteren Lagen gepflanzt, so kommt er vorzüglich auf und bleibt bis zum Herbst belaubt; wird er dagegen an sonnigen, windreichen und trockenen Stellen gesetzt, so verliert er schon im Hochsommer seine Blätter (Hitzelaubfall Wiesners) und macht infolgedessen bedeutend kleinere Früchte. Daraus erhellt, daß die ökologischen Verhältnisse der Roßkastanie die Vorliebe dieses Baumes für feuchtere, schattigere Lagen mit sich bringen.

Die Roßkastanienformation ist streng genommen nur eine Facies des Bergwaldes und besitzt als solche sämtliche Eigenschaften und Komponenten dieses Waldes, besonders jenes der untersten Bergstufe, bis zu welcher eigentlich die Roßkastanie in Bulgarien auch reicht.

Die Roßkastanienformation stellt einen dichten, üppig aussehenden Bergwald vor, dessen Laubdach die herrlichste Mischung aller grünen Töne vereinigt hat. Neben den großen, zusammengesetzten, saftiggrünen Blättern der Roßkastanie schimmern die hellgrünen des Wallnußbaumes und besonders das unterseits reinweiße Laub der Silberlinde nebst den verhältnismäßig winzigen, verschieden abgetönten Blättern der Weiß- und Rotbuchen, Ulmen, Eschen und der schwarzgrünen Erlen. Hoch auf die Baumstämme schwingen sich die Ranken der Waldrebe und des Epheu. Das Unterholz wird von Brombeerenschößlingen und von langen Ästen bittersüßer Nachtschatten durchwebt. Der Boden wird trotz des

dichten Laubdaches von unzähligen blühenden Stauden bedeckt, welche an den Blößen und lichteren Stellen zu prachtvollen Gruppen vereinigt sind.

Nun bleibt uns die Beantwortung der wichtigsten Frage übrig, ob der Baum nämlich in Bulgarien als verwildert oder als spontan anzusehen ist.

Schon die Tatsache, daß es keinen einzigen Anhaltspunkt gibt, der dafür sprechen würde, daß die Roßkastanie in Bulgarien verwilderten Ursprungs sein könnte, begünstigt die Annahme, daß dieser Baum dort indigen ist, was auch mehrere wichtige Umstände bekräftigen.

Ein sehr wichtiges Moment in dieser Beziehung bietet die Tatsache, daß die Roßkastanie selbst heute noch höchst sporadisch in Bulgarien gepflanzt wird. Um so seltener konnte dies unter türkischer Herrschaft vorkommen, wo sich niemand um Zierhölzer kümmerte. Die Bulgaren, wie überhaupt sämtliche Balkanvölker, pflanzen sehr selten Bäume und wenn sie schon was pflanzen, so sind dies nur Obstbäume, denn diese Völker pflegen gar nicht die Wälder und daher würde es niemand einfallen, eine Fläche aufzuforsten oder irgendwo Forstbäume zu pflanzen.

Eine einzige Ausnahme genießt in dieser Beziehung die Linde, weil dieser Baum bei den Slaven im allgemeinen von uralten Zeiten her eines gewissen Kultus sich erfreut und infolgedessen hie und da in den Städten, besonders in neuerer Zeit, vor den Häusern und Kirchen zu begegnen ist. Aus diesen Gründen kann man auch auf den Umstand, daß Preslav vor der Türkenherrschaft Sitz der bulgarischen Könige war, kein besonderes Gewicht legen und schwerlich annehmen, daß dieser Baum damals die königlichen Gärten schmückte und später von dort, sei es durch Vögel oder andere Mittel, in die Berge verbreitet wurde. Diese Voraussetzung findet ferner keine Bekräftigung auch in der Tatsache, daß die ehemalige Stadt nicht an der jetzigen Stelle, sondern 4 bis 5 *km* weiter in der Ebene gelegen war, womit der Abstand zwischen den Roßkastanienstandorten und den vermutlich vorhanden gewesenen Gärten um so viel größer war. Selbst bei der Voraussetzung, daß in alten Zeiten die Roßkastanie in Preslav kultiviert wurde, wäre es kaum anzunehmen, daß dieselbe die heutigen Standorte hätte erreichen können, weil einerseits kein Vogel und kein Tier auf so große Entfernung die schwere Frucht getragen hätte, andrerseits hätte sich der Baum eher in den zunächst gelegenen Wäldern und Tälern angesiedelt als in den entfernteren Gegenden.

Wenn die Roßkastanie imstande gewesen wäre, sich an den jetzigen Standorten anzusiedeln, so hätte sie sich im Laufe so vieler und vieler Jahrhunderte entweder weiter ausgebreitet oder sie hätte im Laufe der Zeit im Kampfe mit den bedeutend besser angepaßten und in größerer Menge auftretenden übrigen Elementen erliegen müssen.

Diese letzterwähnte Tatsache ist hier besonders maßgebend und entscheidend, denn wir finden die Roßkastanie an drei isolierten und getrennten Stellen inmitten von bedeutend häufiger und in größerer Menge auftretenden Pflanzen, und merkwürdigerweise wird der Baum in seinem Aufkommen von diesen Elementen gar nicht beeinträchtigt. Dies bezeugt, daß die Roßkastanie daselbst kein fremder Eindringling sondern ein autochthones, indigenes Element ist, welches, gleich den an epirotischen und albanesischen Standorten erhalten gebliebenen Individuen, als Tertiärrelikt anzusehen ist.

Dies wird auch durch den Umstand bekräftigt, daß die Roßkastanienformation sowohl in Bulgarien als auch in Epirus an analogen Standorten auftritt und sogar denselben Aufbau zeigt.

Aus allem dem ist für mich einmal fest und klar, daß die auf dem Balkan bei Preslav vorkommenden Roßkastanien vollkommen spontanen und indigenen Ursprungs sind und daß sie als autochthone Tertiärrelikte zu betrachten sind.

4. Alnus-Arten.

Die gewöhnlichen Erlenarten (*A. glutinosa* (L.) Gärtn. und *A. incana* Willd.) kommen im ganzen Territorium, wenn auch sehr zerstreut, häufig vor. Sie sind Glieder der Flußufer- und der Auwälder-Formation und sind von der Tieflandstufe bis in die Bergstufe verbreitet.

Die Grünerle (*A. viridis* D. C.) kommt nur in der voralpinen und subalpinen Stufe, einmal im Voralpenwalde, dann im subalpinen Walde und in den subalpinen Gesträuchformationen vor, namentlich auf der Stara Planina, auf dem Balkan, auf der Vitoša und Rila Planina.

5. Amelanchier vulgaris Much.

Ist ein Element des submontanen Waldes, der Felsen und des Buschwaldes und ist, wenn auch nur stellenweise, durch das ganze Territorium verbreitet.

6. Arctostaphylos uva ursi Spr.

Kommt stellenweise schon in der Bergstufe und in der voralpinen Stufe auf Felsen vor. Charakteristisch ist jedoch diese Pflanze vorzüglich für die subalpinen Gesträuchformationen, wo sie besonders mit Vaccinien untermischt häufig auf jedem höheren Berge des Territoriums auftritt.

7. Berberis vulgaris L.

Der Sauerdorn tritt besonders im mediterranen Teile des Territoriums in der submontanen Stufe als Šibljakelement und als Unterholz des Ornusmischlaubwaldes vor, so namentlich in der Ostrhodope, um Varna, Kebedže, Sliven, dann in der submontanen und montanen Stufe des mitteleuropäischen Gebietes, vorzüglich an Felsen. So im Balkan (bei Etropol), auf der Suva Planina in Serbien usw.

8. Betula-Arten.

B. alba L. kommt im Bergwalde und im voralpinen Walde sämtlicher Gebirge des Territoriums fast immer in geringer Menge vor.

B. pubescens Ehrh. kommt nur im Hochmoor von Vlasina (an der Grenze der montanen und voralpinen Stufe) vor.

9. Bruckenthalia spiculifolia Slsb.

Diese für die Balkanländer höchst charakteristische Heidekrautart kommt auf sämtlichen höheren Gebirgen des Territoriums vor. Sie tritt stellenweise schon in der Bergstufe und in voralpinen Gegenden auf, jedoch am häufigsten ist sie in der subalpinen und mitunter auch in der alpinen Stufe anzutreffen. Sie bildet sehr ausgedehnte reine Bestände in den subalpinen Gesträuchformationen, ja sogar stellenweise eine selbständige Formation.

10. Carpinus-Arten.

C. Betulus L. kommt als Hochwaldelement am häufigsten im Bergwalde, jedoch auch im Voralpenwalde vor. Seltener steigt die Weißbuche in die submontane Stufe als hochstämmiger Baum hinab. Dagegen ist sie hier recht häufig im Buschwalde des ganzen Territoriums anzutreffen.

C. duinensis Scop. (*C. orientalis* Lam.) ist in der Hügelstufe und in der submontanen Stufe des ganzen Territoriums sehr weit verbreitet, vorzüglich strauchartig verkrüppelt in der Šibljak-Formation und im Buschwalde. Hochstämmig nur im Ornusmischlaubwalde, namentlich in mediterranen Gegenden, wo sie dann bis in die Bergstufe hinaufreicht.

11. Castanea vesca Gaertn.

Wird in Bulgarien, häufiger noch in Ostrumelien mitunter kultiviert. Vollkommen spontan kommt sie nur oberhalb Berkovica (im Balkan) an der Grenze der submontanen und montanen Stufe vor.

12. Celtis-Arten.

C. australis L., höchst bezeichnend für die Ornusmischlaubwälder (hochstämmig und als Unterholz) und die Šibljak-Formation des mediterranen Teiles des Territoriums.

C. caucasica Willd. kommt in denselben Formationen und im selben Gebiete wie die vorige Art vor

13. Cercis siliquastrum L.

Ist ein wichtiges Glied der Šibljak-Formation, jedoch nur an der Kamčija in der Nähe von Preslav, in der Hügelstufe.

14. Cistus creticus L.

Kommt in Bulgarien nur um Varna vor, und zwar in den Tomillares und in der Phrygana. In Thrakien ist dieser Strauch schon häufiger in der Mischlaubstufe.

15. Colutea-Arten.

C. arborescens L. ist ein sehr häufiges Glied der Šibljak-Formation und des Ornusmischlaubwaldes des ganzen Territoriums, in der Hügel- und submontanen Stufe.

C. melanocalyx Briss. ist im Bereiche des Mediterrangebietes in der submontanen Stufe als Glied der erwähnten zwei Formationen ziemlich häufig vertreten.

16. Cornus-Arten.

Sowohl *C. mas* L. als *C. sanguinea* L. kommen im ganzen Territorium von der Tiefland- bis zur Bergstufe, in jeder Wald- und Strauchformation ziemlich häufig (jedoch nie gesellig) vor.

17. Coronilla emeroides Boiss.

Unterholzelement und Glied der Šibljak-Formation der Hügel- und submontanen Stufe des ganzen Territoriums, jedoch nirgends in größerer Menge auftretend.

18. Corylus-Arten.

C. Avellana L. ist die wichtigste Leitpflanze des Buschwaldes. Der Haselnußstrauch kommt sonst als Unterholzelement in allen Waldarten des ganzen Territoriums, von der Tiefland- bis zur voralpinen Stufe hinauf.

C. Colurna L. ist ein ziemlich seltenes Hochwaldelement des Bergwaldes (seltener auch des submontanen Waldes), jedoch fast auf jedem Gebirge stellenweise vorhanden.

19. Cotoneaster-Arten.

C. vulgaris Lndl. kommt gewöhnlich an Felsen oder auf Felsentriften der montanen, voralpinen und subalpinen Stufe des ganzen Territoriums vor.

C. tomentosa Lndl. ist in der Regel schon in submontanen Gegenden anzutreffen und steigt bis zu voralpinen Felsen des ganzen Landes hinauf.

20. Crataegus-Arten.

C. pyracantha Pers. kommt nur um Varna, in der submontanen Stufe, als Glied der Šibljak-Formation vor.

C. monogyna Jcq. ist in allen Hochwald- und Strauchformationen des ganzen Territoriums bis zur Voralpenstufe allgemein verbreitet.

C. oxyacantha L. bewohnt zwar dieselben Formationen und Höhenstufen wie die vorige Art, ist jedoch bedeutend seltener anzutreffen.

C. melanocarpa M. B. ist ein Glied der Šibljak-Formation und des Ornusmischlaubwaldes in der submontanen Stufe des mediterranen Teiles (namentlich um Varna, Kebedže, Mustafa Paša usw.) und in der Hügelstufe des mitteleuropäischen Teiles des Territoriums (so um Poganov, Kočerinovo usw.).

21. Cydonia vulgaris Pers.

Die Quitte kommt teils verwildert (an Hecken, brachgelassenen Weingärten) im ganzen Territorium, teils vollständig spontan, und zwar in der Hügelstufe um Varna, Aitos, Burgas, Dupnica, Kočerinovo Stanimaka, Haskovo, Hebibčevo u. a. vor.

22. Cytisus-Arten.

C. absinthioides Jnka ist ein endemisches Element des Niederwuchses des voralpinen und subalpinen Waldes und der subalpinen Gesträuchformationen der Rila Planina, der Perin Planina und der Rhodope.

C. Laburnum L. kommt im Ornusmischlaubwalde der Hügelstufe um Razgrad, Dobrič und Varna vor.

23. Daphne-Arten.

D. Mezereum L. ist ein Unterholzelement sämtlicher Waldarten von der Hügel- bis zur voralpinen Region des ganzen Territoriums.

D. blagayana Fr. kommt in subalpinen Gesträuchformationen des Großen Balkan (zwischen Ambarica und Dobrila) vor.

D. Cneorum L. bewohnt mit Vorliebe die steinigen, kalkreichen Voralpenmatten, seltener die trockenen Steinfluren der Bergstufe und ebenfalls die subalpinen Matten. Wurde bisher nur im Großen Balkan (bei Petrov Krst) konstatiert. In Serbien kommt diese Art auf der Suva Planina und auf dem Rtanj vor (voralpine und subalpine kalkreiche trockene Fluren).

D. Laureola L. Kommt in Bergwäldern des Großen Balkans, stellenweise auch der Rhodope vor.

24. Elaeagnus augustifolia L.

In Ornusmischlaubwäldern und in der Šibljak-Formation um Varna, dann an mehreren Stellen in Thrakien.

25. Empetrum nigrum L.

Kommt an steinigen Stellen der subalpinen und alpinen Stufe, als Glied der subalpinen Gesträuchformationen, im Rilagebirge vor.

26. Ephedra distachya L.

Bewohnt die Felsen der mediterranen submontanen Stufe bei Varna, dann in der Ostrhodope und namentlich in Thrakien.

27. Evonymus-Arten.

E. latifolius Scop. Kommt im Ornusmischlaubwalde, in submontanen und montanen Wäldern der Stara Planina, des Balkans, der Vitoša, Lilin Planina, der Rila Planina und der Rhodope vor.

E. europaeus L. Bewohnt die Auwälder, die Hecken, die Šibljak-Formation und die submontanen Wälder des ganzen Territoriums.

E. verrucosus Scop. hat dieselbe horizontale und vertikale Verbreitung der vorigen Art.

E. bulgaricus Vel. kommt in der Šibljakformation, in Ornusmischlaubwäldern und Hecken um Philippopel, Sadovo, Sliven und in Thrakien vor.

28. Fagus silvatica L.

Die Rotbuche ist wohl der wichtigste Baum der bulgarischen Hochwälder. In der Regel bildet sie in der Berg- und Voralpenstufe ausgedehnte reine Waldungen (fast an jedem höheren Berge), jedoch steigt mitunter die Buche einerseits bedeutend tiefer, in die submontane Stufe hinab, andrerseits wieder bedeutend höher, in die subalpine Stufe, wo sie verkrüppelt, krummholzartig auftritt, wie zum Beispiel auf dem Strešer, auf der Besna Kobila, auf den meisten Gipfeln der Stara Planina, Suva Planina und des Großen Balkans.

Um das Hochmoor von Vlasina (in der voralpinen Stufe, dicht an der serbisch-bulgarischen Grenze) kommt die Buche in einer schön gelbgefärbten Abart (in geringer Menge) vor, welche Form unter dem Namen »Zlata« bekannt ist.

29. Ficus carica L.

Kultiviert wird die Feige an recht vielen Stellen in Thrakien und auch in Ostrumelien (besonders um Sliven). Spontan kommt dieser Baum an Felsen der submontanen Stufe des mediterranen Teiles des Territoriums oft vor, so namentlich um Philippopel, in der Ostrhodope, um Burgas, Varna und in ganz Thrakien.

30. Fraxinus-Arten.

Die gewöhnliche Esche (*F. excelsior* L.) ist in der Regel ein Glied des Bergwaldes und des Buschwaldes, jedoch kommt sie auch in submontanen Wäldern vor. Sie ist in diesen Formationen durch das ganze Territorium verbreitet.

Die Mannaesche (*F. Ornus* L.) ist ein wichtiges Element des Ornusmischlaubwaldes und der Šibljak-Formation und ist nur durch die Hügel- und submontane Stufe fast des ganzen Territoriums verbreitet.

F. oxyphylla Mß. kommt nur im mediterranen Teile des Territoriums, im Ornusmischlaubwalde, namentlich um Varna, an der Kamčija, um Sliven, Aitos, Burgas u. a. vor.

31. Hippophaë rhamnoides L.

Kommt in Bulgarien nur an Meeresdünen vor, namentlich zwischen Euxinograd und Varna, dann um Galata und in Thrakien.

32. Ilex aquifolium L.

Ist ein Glied des Ornusmischlaubwaldes und der Pseudomacchien. In Bulgarien wurde dieser Strauch bisher nur in der Ostrhodope beobachtet.

33. Jasminum fruticans L.

Kommt nur im mediterranen Teile des Territoriums vor, und zwar nur in der submontanen Stufe (in Thrakien aber auch in der Mischlaubstufe). Bildet stellenweise Bestände in der Šibljak-Formation und an Hecken.

34. Juglans regia L.

Der Wallnußbaum ist auf der Balkanhalbinsel entschieden einheimisch und kommt vollkommen spontan im ganzen Territorium, besonders in der submontanen (aber auch in der Hügelstufe) und in der unteren Bergstufe vor. Dieser Baum bewohnt vorzüglich die Ornusmischlaubwälder, für welche er eine besonders charakteristische Leitpflanze darstellt. Außerdem kommt der Wallnußbaum im Buschwalde, in submontanen und selbst in montanen Wäldern vor.

35. Juniperus-Arten.

J. macrocarpa Sibt. kommt in der Regel nur in mediterranen Küstengegenden vor, so um Varna (sehr selten) und an mehreren Stellen in Thrakien. Von Velenovský wird diese Art selbst für die Hügellandschaft um Stanimaka angeführt.

J. Oxycedrus L. Bildet Pseudomacchien in ganz Thrakien. Vereinzelt oder in kleineren Gruppen kommt diese Art auch in der Šibljak-Formation am Fuße der Ostrhodope, in der mediterranen submontanen Stufe, aber auch um Sliven, Kočerinovo, Pasarel vor.

J. communis L. Ist durch die submontane (seltener Hügel-) bis zur voralpinen Stufe fast im ganzen Territorium als Unterholzelement anzutreffen.

J. nana Willd. Stellt die Hochgebirgsform der vorigen Art dar. Der Zwergwacholder bildet krummholzartige Formationen auf allen bulgarischen und ostrumelischen Gebirgen und geht sehr hoch bis in die subnivale Stufe hinauf. Seine untere Grenze findet er ungefähr bei 1500 *m*.

J. excelsa MB. Ein Pseudomacchien-Element, welches in ganz Thrakien in submontanen Gegenden oft anzutreffen ist. In Bulgarien kommt dieser Wacholder in der Rhodope und im Rilagebirge vor.

J. sabina L., welche angeblich (nach Urumoff) auch in Bulgarien vorkommen soll (im Balkan), ist in Serbien am Stol (Veliki Krš) von Pančic beobachtet worden.

36. Ligustrum vulgare L.

Ist durch das ganze Territorium stark verbreitet in der Hügel- und submontanen Stufe und ist als Glied der Hecken-, der Šibljak-Formation und sämtlicher in erwähnter Höhe vorkommender Wälder anzusehen.

37. Mespilus germanica L.

Kommt in der Šibljak-Formation der Hügel- und submontanen Stufe dicht an der Grenze Bulgariens und Thrakiens vor.

38. Morus-Arten.

In Bulgarien, Ostrumelien und Thrakien werden behufs Seidenraupenzucht in der Hügelstufe stellenweise sehr große Mengen vorzüglich des weißen Maulbeerbaumes *(M. alba* L.*)* angepflanzt. Jedoch wird auch *M. nigra* L. und mitunter auch *M. byzantina* Sieb. der Früchte halber gepflanzt. Beide ersteren Arten kommen mitunter hie und da verwildert vor.

39. Ostrya carpinifolia Scop.

In Wäldern der Hügel- und submontanen Stufe des ganzen Territoriums. In mediterranen Gegenden reicht sie bis in die montane Stufe.

40. Paliurus australis Gaertn.

Ein sehr wichtiges Element der Šibljak-Formation, welches durch die Hügelstufe des ganzen Territoriums weit verbreitet ist.

41. Persica vulgaris L.

Wird in der Hügelstufe des ganzen Territoriums, allerdings nirgends in größerer Menge, angepflanzt.

42. Phillyrea media L.

Eine sehr wichtige Leitpflanze der Pseudomacchien-Formation. In Bulgarien nur um Haskovo verbreitet, sonst aber durch ganz Thrakien ziemlich häufig in der submontanen Stufe, selbst als Unterholz der Ornusmischlaubwälder und an Felsen.

43. Picea excelsa Lnk.

Die Fichte ist auf den meisten Gebirgen des Territoriums vorhanden und bildet die voralpinen und subalpinen Wälder. Stellenweise ist sie aber schon in den Bergwäldern zu begegnen.

Recht ausgedehnte, fast reine Waldungen setzt die Fichte auf der Rila und Perin Planina, dann auf der Westrhodope und Osogovska Planina zusammen. In geringerer Menge und auch nicht überall sind Fichtenwälder auf dem Balkan, auf der Stara Planina, Vitoša und Ostrhodope vorhanden. Die Fichte fehlt vollständig auf dem Strešer, auf der Besna Kobila, Paterica und Tromegja.[1]

44. Pinus-Arten.

In Bulgarien und Ostrumelien kommen nur vier Föhrenarten vor, und zwar die Schwarzföhre, die Rotföhre, die endemische *P. Pence* und die Krummholzföhre.

Die Schwarzföhre (*P. nigra* Arn.) ist gewöhnlich durch die submontane, seltener auch durch die montane Stufe verbreitet. Sie bildet in Bulgarien seltener große reine Waldungen, sondern fast immer nur kleinere Bestände oder sie ist mit Eichen untermischt. Am häufigsten kommt sie in der Ostrhodope und im Balkan vor. Ferner kommt sie auch um Jarlova vor. Die Angabe Pančić's, daß die Schwarzföhre im Rilagebirge zwischen dem Kloster und Samokov vorkomme, ist unrichtig.

Die Rotföhre (*P. silvestris* L.) ist ein Bewohner der höheren montanen und vorzüglich der voralpinen Stufe. Sie kommt meistens vereinzelt oder nur in kleineren Beständen inmitten des Voralpenwaldes vor, so auf der Rila und Perin Planina, auf der Vitoša, Rhodope und im Balkan.

Die endemische *P. Pence* Grsb. ist in der Regel ein Glied des Voralpenwaldes, steigt aber mitunter, wenn auch vereinzelt, tief in den Bergwald hinab und geht stellenweise wieder in die subalpine Stufe krummholzartig über. Sie bildet reine Waldungen auf der Perin- und Rila Planina, auf der Westrhodope und in geringerer Menge stellenweise auch im Großen Balkan (ob Zlatica, Klisura).

Die Krummholzkiefer (*P. montana* Dur.) ist mitunter als Unterholzelement der Voralpenwälder (auf der Rila- und Perin Planina) anzutreffen. In der Regel aber kommt diese Kiefer nur in der subalpinen und alpinen Stufe vor, wo sie auf der Rila- und Perin Planina, auf der Westrhodope und Osogovska Planina, dann am Kom im Westbalkan die Krummholzformation bildet.[2]

---

[1] *Picea Omorica* Panč. ist bisher in Bulgarien und Ostrumelien nirgends gefunden worden.

[2] *Pinus leucodermis* Ant. ist bisher in Bulgarien und Ostrumelien von Niemanden gefunden worden.

45. Pirus-Arten.

In Bulgarien kommen zwei Birnarten und der wilde Apfel vor. Die gemeine Birne (*P. communis* L.) bewohnt die Wälder der Hügel- bis zur Bergstufe des ganzen Territoriums.

P. amygdaliformis Vill. ist ein typisches Glied der Šibljak-Formation und ein Unterholzelement des Ornusmischlaubwaldes und kommt als solches in der Hügel- und submontanen Stufe fast des ganzen Territoriums vor.

P. Malus L. reicht von der Tieflandstufe bis zum Bergwald und bewohnt außer Wäldern auch Felsen.

46. Pistacia-Arten.

P. mutica F. M. ist ein ostmediterranes Element, welches bisher in Bulgarien nur auf Hügeln um Philippopel gefunden wurde.

P. Terebinthus L. ist durch ganz Thrakien und an den Abhängen der Süd- und Ostrhodope verbreitet. Sie bildet in der mediterranen submontanen Stufe kleinere Bestände in der Šibljak-Formation und in der Mischlaubstufe tritt sie als Glied der Pseudomacchien auf.

47. Platanus orientalis L.

Die Platane ist ein Bewohner der Flußufer und ihrer Nähe in mediterranen Gegenden. Sie ist durch ganz Thrakien stark verbreitet. In Ostrumelien tritt sie sporadisch auf. Am häufigsten ist sie in der submontanen Stufe (in Ornusmischlaubwäldern) der Rhodope anzutreffen. Daselbst kommt sie teils baum-, teils strauchartig vor.

48. Populus-Arten.

P. alba L. kommt vorzüglich im Tiefland vor, reicht aber bis zur submontanen Stufe und ist als Glied der Flußuferwälder im ganzen Territorium verbreitet.

P. Steiniana Bornm. ist eine mit der vorigen nahe verwandte Art, welche an den Böschungen und Dünen am Meeresstrand bei Varna vorkommt.

P. hybrida MB. wächst ebenfalls um Varna, Balčik und in der Dobrudža an feuchteren Stellen.

P. nigra L. In Auwäldern und an Flüssen der Tiefland- bis submontanen Stufe des ganzen Landes.

P. tremula L. Ist in der Regel im Bergwalde zu Hause, geht aber stellenweise sowohl in die submontane als auch in die voralpine Stufe über. Ist auf allen Gebirgen anzutreffen, jedoch selten in reinen Beständen.

P. pyramidalis Slsb. Meistens gepflanzt, in Thrakien aber scheinbar verwildert.

49. Prunus-Arten.

P. Cerasus L. wird im ganzen Gebiete in der Hügelstufe kultiviert, verwildert aber höchst selten.

P. avium L. kommt in submontanen und montanen Wäldern des ganzen Territoriums vereinzelt vor.

P. Chamaecerasus Jcq. ist ein wichtiges Glied der Šibljak-Formation. Kommt nur in der Hügelstufe des ganzen Landes vor.

P. Mahaleb L. Ist ebenfalls ein Glied der Šibljak-Formation und des Ornusmischlaubwaldes, geht aber auch in die submontane Stufe hinauf in den Buschwald.

P. Padus L. Bisher nur in der submontanen Stufe um Samokov, Pasarel und auf der Vitoša beobachtet.

P. Laurocerasus L. Der Kirschlorbeer wurde zuerst bei Ruplje (am Fuße des Ostrozub) in Serbien entdeckt, wo er als Unterholz eines montanen Buchenwaldes vorkommt. Später fand man diesen Strauch an sonnigen Abhängen des Großen Balkan, zwischen Kalofer und Šipka, in der submontanen Stufe.

P. spinosa L. An Hecken, in der Šibljak-Formation und in Wäldern bis zur Bergstufe sehr häufig im ganzen Lande.

P. insititia L. Soll nach Bornmüller an Hecken der Weingärten um Varna spontan vorkommen.

P. divaricata Ledb. In der Šibljak-Formation und im Buschwalde am Rilagebirge, in der Rhodope, Vitoša und Osogovska Planina, vorzüglich in der submontanen Stufe.

50. Quercus-Arten.

Q. pubescens Willd. (*Q. lanuginosa* Lam.) ist in den Balkanländern meistens strauchartig anzutreffen und bildet die häufigste Facies der Šibljak-Formation. Mitunter kommt sie auch im Ornusmischlaubwalde und im Buschwalde vor, jedoch nur bis zur Höhe von 800, selten 900 *m*.

Q. pedunculata Ehrh. (*Q. Robur* L.) ist in der Regel ein hoher Baum der Au-, Ornusmischlaub- und submontanen Wälder. Überschreitet in der Regel nicht die Höhe von 1000 *m*.

Q. conferta Kit. (*Q. hungarica* Hub.) bildet sehr häufig ausgedehnte, fast reine Bestände oder tritt als wichtiges Element in anderen Wäldern und selbst in der Šibljak-Formation (hier strauchartig verkrüppelt) auf. Ihre obere Grenze findet diese Eiche ungefähr bei 1100 *m*.

Q. austriaca Willd. (*Q. Cerris auct.* non L.) ist ein sehr häufiges Element der Wälder bis zu 1200 *m* Höhe.

Q. rhodopea Vel. scheint eine endemische Rasse der östlichen Balkanländer zu sein. Sie ist vorzüglich durch die submontane Stufe des Rhodopegebirges verbreitet.

Q. sessiliflora Slsb. Ist ebenfalls wie die anderen Eichenarten ein wichtiges Element der Wälder, vorzüglich der submontanen Stufe. Einzelne Bestände reichen bis 1300 *m*.

51. Rhamnus-Arten.

Rh. cathartica L. Zumeist in der Hügel- und Tieflandstufe, in der Šibljak-Formation, in Hecken und Wäldern des ganzen Landes.

Rh. Frangula L. In Wäldern und Strauchwerken von der Tiefland- bis zur Bergstufe des ganzen Territoriums.

Rh. saxatilis L. Auf Felsen, meistens in Waldgegenden der Hügel- und submontanen Stufe der Ostrhodope, des Barmuk oberhalb Sliven, um Konjovo, Paša Teke und in angrenzenden Teilen Thrakiens.

Rh. tinctoria W. K. Zumeist in der Hügelstufe, in der Šibljak-Formation und in Wäldern um Sliven, Šumen, Razgrad, Vrška Čuka und in Thrakien.

Rh. rhodopea Vel. In der Hügel- und submontanen Stufe des Rhodopegebirges.

Rh. alpina L. In der Berg- und submontanen Stufe, im Buschwalde der Ostrhodope.

52. Rhododendron Kotschyi Simk.

In der subalpinen bis alpinen Stufe der Westrhodope, in der Formation der subalpinen Sträucher.

53. Rhus-Arten.

Rh. Cotinus L. Ein sehr wichtiges Element der Šibljak-Formation von der Hügel- bis zur montanen Stufe im ganzen Territorium, jedoch vorzüglich auf Kalk, verbreitet.

Rh. Coriaria L. In der Šibljak-Formation und im Ornusmischlaubwalde um Varna und in Thrakien.

54. Salix-Arten.

Wir können die in Bulgarien und Ostrumelien vorkommenden *Salix*-Arten im großen und ganzen in drei Gruppen einteilen.

Zunächst kommen solche Arten in Betracht, welche vorzüglich als Flußuferformationselemente auftreten und meistens im Tieflande verbreitet sind, zu welchen *S. fragilis*, *S. alba*, *S. amygdalina*, *S. triandra*, *S. incana*, *S. pentandra*, *S. purpurea*, *S. cinerea* und *S. viminalis* gehören.

In die andere Gruppe gehören jene Arten, welche teils an Hochmooren, teils an Gebirgsbächen, teils im Walde selbst als Unterholz auftreten, wie *S. caprea*, *S. grandifolia*, *S. nigricans*, *S. arbuscula* und *S. Lapponum*.

In die dritte Kategorie gehören die Alpenmattenweiden, besonders *S. herbacea*. Diesen schließen sich stellenweise viele der bereits erwähnten Arten der zweiten Abteilung an.

55. Sorbus-Arten.

S. aucuparia L. Kommt in Bergwäldern, jedoch immer vereinzelt vor.

S. domestica L. Kommt spontan in der submontanen Stufe der Mediterrangegenden stellenweise vor, wie um Varna, Sliven, Harmanly, Adrianopel u. s. w.

S. torminalis L. Bewohnt die Wälder der submontanen und montanen Stufe des ganzen Territoriums.

S. Aria Crt. In Wäldern der submontanen und montanen Stufe des ganzen Landes.

S. graeca Lod. Kommt in selben Lagen wie die vorige vor, jedoch nur in mediterranen Teilen des Territoriums.

S. meridionalis Guss. An Felsen und in Wäldern der submontanen und montanen Stufe, besonders auf der Rila Planina.

S. intermedia Schult. In der Bergstufe des Trojan-Balkans.

56. Staphylea pinnata L.

In Ornusmischlaubwäldern, jedoch zerstreut, im ganzen Territorium.

57. Syringa vulgaris L.

Eine der wichtigsten Pflanzen des Territoriums. In der Hügelstufe ist der Flieder wohl schon vorhanden, aber am ausgedehntesten ist derselbe in der submontanen Stufe verbreitet. Nicht selten reicht er, besonders an Kalkfelsen, in die montane Stufe hinauf. Am höchsten beobachtete Verfasser die *Syringa* auf der Suva Planina in Serbien, in einer Höhe von 1600 *m*, also selbst in der Voralpenstufe.

Der Flieder bildet oft reine Bestände, ja sogar eine Facies der Šibljak-Formation.

58. Tamarix-Arten.

Bisher wurde in Bulgarien und Ostrumelien mit Sicherheit nur *T. Pallasii* Dsv. festgestellt. Jedoch führt Velenovský auch eine andere, nicht näher bezeichnete Art von Burgas an.

T. Pallasii kommt an Flüssen und feuchten Stellen des mediterranen Gebietes vor.

59. Taxus baccata L.

An Felsen der submontanen und montanen Stufe um Poganov und auf der Rila Planina.

60. Tilia-Arten.

T. alba W. K. ist sehr verbreitet im ganzen Lande und ist ein besonders wichtiges Element der Ornusmischlaubwälder.

T. grandiflora Ehrh. und *T. parviflora* Ehrh. sind gewöhnlich in submontanen und montanen Wäldern anzutreffen.

61. Ulmus-Arten.

U. campestris L. ist in allen Wäldern und Strauchformationen (verkrüppelt) der Ebene, des Hügellandes und der submontanen Stufe stark verbreitet.

U. effusa Willd. kommt besonders in illyrischen Laubwäldern und in der Šibljak-Formation vor.

U. montana With. ist ein Glied des Bergwaldes, geht aber auch in den Voralpenwald über.

62. Vaccinium-Arten.

Die in unserem Territorium auftretenden Arten (*V. Myrtillus* L., *V. uliginosum* L. und *V. Vitis idaea* L.) sind Hochgebirgsbewohner, welche die *Vaccinium*-Formation bilden oder im Krummholz und in anderen subalpinen Gesträuchformationen auftreten.

63. Viburnum-Arten.

Sowohl *V. opulus* L. als auch *V. Lantana* L. sind ziemlich gleich häufig anzutreffen, besonders in der Šibljak Formation, im Buschwalde und in Hochwäldern des ganzen Territoriums, vom Tieflande bis zu den Voralpen.

64. Vitis silvestris Rth.

Die wilde Rasse der Weinrebe ist im ganzen Territorium verbreitet. Sie kommt teils als Liane in Wäldern, teils herabfallend an Felsen der Tiefland-, Hügel- und submontanen Stufe vor.

65. *Zizyphus* vulgaris Lam.

In der Šibljak-Formation und an Hecken des mediterranen Teiles des Territoriums, jedoch nicht häufig, verwildert.



Adar

PFLANZENGEOGRAPHISCHE KARTE
BULGARIENS, OSTRUMELIENS, NORDTHRAZIENS UND NORDMAZEDONIENS

VON PROF. DR. LUJO ADAMOVIĆ.

Maßstab 1:750.000

Mediterranes Gebiet: Tieflandstufe, Mischlaubstufe, Submontane Stufe, Montane Stufe, Mediterrane Oasen, Gebietsgrenze, Südrumel Unterzone, Nordrumel Unterzone

Mitteleuropäisches Gebiet: Tieflandstufe, Hügelstufe, Submontane Stufe, Montane Stufe, Voralpine Stufe, Subalpine Stufe, Alpine Stufe, Subnivale Stufe

Dacische Zone, Moesische Zone, Grenze zw. ost u. west mös. Unterzone, sommergrüne Quercus-Arten, Fagus silvatica, Fraxinus Ornus, Juglans regia, Tilia argentea, Corylus Colurna, Celtis caucasica, Carpinus duinensis, Ostrya carpinifolia, Mespilus germanica, Aesculus Hippocastanum, Castanea sativa, Platanus orientalis, Fraxinus oxyphylla, Prunus Laurocerasus

Acer monspessulanum, Acer Visianii, Alnus viridis, Cytisus absinth., Bruckenthalia spiculif., Cercis, Ephedra, Pinus montana, Pinus nigra, Pinus Peuce, Pinus silvestris, Abies alba, Picea excelsa, Juniperus nana, Juniperus comunis, Juniperus Sabina, Juniperus excelsa, Juniper. Oxycedrus, Juniper. macrocarpa, Pistacia Terebinthus, Pistacia mutica, Phillyrea, Rhododendron Kotschyi, Daphne Blagayana

DEFINITIVE BAHNBESTIMMUNG

FÜR DEN

KOMETEN 1864 V.

VON

DR. FRIEDRICH WESELY.

GRAZ (STERNWARTE).

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 2. JULI 1908.

Am 31. Dezember 1864 gelang Prof. C. Bruhns an der Sternwarte in Leipzig die Entdeckung eines neuen Kometen; er selbst berichtet hierüber in einem vom 31. Dezember 1864 datierten Schreiben[1] an Prof. A. F. Peters, den damaligen Herausgeber der astronomischen Nachrichten, mit den Worten: »Heute erlaube ich mir, Ihnen die Entdeckung eines neuen Kometen anzuzeigen; ich fand ihn heute früh 5 Uhr und beobachtete ihn:

$$1864 \text{ Dez. } 30,\ 18^h\ 26^m\ 43^s \text{ mittl. Leipz. Zt. } \alpha = 14^h\ 1^m\ 52^s78,\ \delta = -13°\ 6'\ 14''7.$$

Der Komet gleicht einer verwaschenen Nebelmasse von etwa 2′ Durchmesser, die Bewegung scheint nicht sehr bedeutend zu sein.«....Unter demselben Datum schrieb er an Leverrier[2]: »Je trouvée une nouvelle Comète....Elle ressemble à une nébulosité diffuse de 2′ à 3′ de diametre. Le mouvement n'est pas considerable.«

Das Objekt, bei seiner Entdeckung im Sternbilde der Jungfrau (in der Nähe des Sternes λ) stehend, zeigte eine anfangs schwache, im weiteren Verlaufe der Erscheinung immer beträchtlicher werdende Eigenbewegung und verschwand nach einmonatlicher Sichtbarkeitsdauer Ende Jänner 1865; der von den Beobachtungen eingeschlossene heliozentrische Bogen beträgt 33°.

Nach den übereinstimmenden Angaben der Beobachter stellte sich der Komet als äußerst lichtschwache, verwaschene und infolgedessen schwer zu beobachtende Nebelmasse dar, wodurch einerseits das auffallend spärliche Beobachtungsmateriale seine Erklärung findet, anderseits aber auch die Vermutung begründet erscheint, daß infolge der unter solchen Umständen unvermeidlichen Auffassungsfehler und der Unmöglichkeit eines sicheren Pointierens selbst bei sorgfältigster Ausgleichung eine befriedigende Darstellung sämtlicher Einzelbeobachtungen nicht gelingen werde. Eine Stütze scheint mir diese Vermutung in dem Umstande zu finden, daß trotz des dürftigen Beobachtungsmateriales und

---

1 A. N. 1508.319.

2 Pariser Wetterbulletin vom 4. Jänner 1865.

der wenig auffallenden Erscheinung des Kometen nicht weniger als fünf Elementensysteme für denselben vorliegen; die zum Teil recht erheblichen Abweichungen in der Darstellung der den betreffenden Systemen zugrunde gelegten Beobachtungen boten offenbar Anlaß zur relativ häufigen Wiederholung des Versuches, befriedigende vorläufige Elemente dieses Kometen zu erhalten.

Elementensysteme.

Der Übersichtlichkeit halber lasse ich nun zunächst die vorerwähnten fünf Elementensysteme folgen.

Aus den Leipziger Beobachtungen vom 30. Dezember 1864 sowie 2. und 3. Jänner 1865 fand C. Bruhns:[1]

$$T = 1864 \text{ Dezember } 27\cdot 36241 \text{ mittlere Berliner Zeit}$$
$$\left.\begin{array}{l}\pi = 164^\circ\ 21'\ 56''1 \\ \Omega = 342\ \ 26\ \ 11\cdot 1 \\ i = \ \ 18\ \ 14\ \ 40\cdot 6\end{array}\right\}\text{ scheinbares Äquinoktium}$$
$$\log q = 0\cdot 056220.$$

Bewegung retrograd

mittlere Beobachtung $(R-B)$: $dl = +\ 4''2$, $db = +\ 0''3$.

Auf derselben Grundlage erhielt Valentiner mit etwas verändertem M:[2]

$$T = 1864 \text{ Dezember } 30\cdot 64504 \text{ mittlere Berliner Zeit}$$
$$\left.\begin{array}{l}\pi = 164^\circ\ 22'\ 25''5 \\ \Omega = 342\ \ 33\ \ \ 0\cdot 3 \\ i = \ \ 18\ \ 22\ \ 58\cdot 7\end{array}\right\}\text{ scheinbares Äquinoktium}$$
$$\log q = 0\cdot 058742$$

mittlerer Ort $(R-B)$: $dl = +\ 2'55''6$, $db = +\ 3''6$.

Engelmann fand unter Zuziehung der Berliner Beobachtung vom 3. Jänner 1865:[2]

$$T = 1864 \text{ Dezember } 27\cdot 60085 \text{ mittlere Berliner Zeit}$$
$$\left.\begin{array}{l}\pi = 162^\circ\ 59'\ \ 2''8 \\ \Omega = 341\ \ 18\ \ 17\cdot 0 \\ i = \ \ 17\ \ 27\ \ \ 5\cdot 3\end{array}\right\}\text{ scheinbares Äquinoktium.}$$
$$\log q = 0\cdot 049437$$

mittlerer Ort $(R-B)$: $dl = +\ 8''4$, $db = +\ 0''5$

und erhielt später[3] aus den vier Leipziger Beobachtungen vom 30. Dezember 1864, 3. und 21. Jänner 1865 sowie der Berliner Beobachtung vom 3. Jänner unter Berücksichtigung aller Korrektionen:

---

1 A. N. 1511.367.

2 A. N. 1511.368.

3 A. N. 1513.14.

$T = 1864$ Dezember $27 \cdot 76616$ mittlere Berliner Zeit

$$\left.\begin{array}{l} \pi = 162^\circ\ 22'\ 55''1 \\ \Omega = 340\quad 53\quad 52 \cdot 6 \\ i = \ \ 17\quad\ \ 7\quad 13 \cdot 7 \end{array}\right\}\ \text{mittleres Äquinoktium } 1865 \cdot 0$$

$\log q = 0 \cdot 047095$

mittlerer Ort $(R\text{—}B)$: $dl = +\ 17''8$, $db = -5''5$.

Herr Dr. Engelmann bemerkt hierzu: Um diese keineswegs sehr befriedigende Darstellung des Mittels der zwei mittleren Beobachtungen (Jänner 3) zu erhalten, mußte die Größe M viermal geändert werden.

Einen vorläufigen Abschluß fand die Bearbeitung dieses Kometen durch die Bahnbestimmung Herrn W. Valentiner's,[1] welcher auf Grund sämmtlicher bekannt gewordenen Beobachtungen mittels Variation der geozentrischen Distanzen das nachstehende Elementensystem errechnete:

$T = 1864$ Dezember $27 \cdot 756879$ mittlere Berliner Zeit

$$\left.\begin{array}{l} \pi = 162^\circ\ 23'\ 35 \cdot 52 \\ \Omega = 340\quad 54\quad 21 \cdot 56 \\ i = \ \ 17\quad\ \ 7\quad 23 \cdot 42 \end{array}\right\}\ \text{mittleres Äquinoktium } 1865 \cdot 0$$

$\log q = 0 \cdot 0471352$

Bewegung retrograd.

So Vorzügliches nun die von Herrn W. Valentiner hierbei zur Anwendung gebrachte Methode auch leisten mag, wenn es sich um die Ermittlung von Ausgangselementen handelt, so erscheint doch im vorliegenden Falle, namentlich im Hinblicke auf die ungünstigen Sichtbarkeits- und Beobachtungsverhältnisse, ihre Verwendung zur Erlangung definitiver Elemente umso weniger geboten, als ja die Forderung möglichst guten Anschlusses der Bahn an bestimmte der Rechnung zugrunde gelegte Örter naturgemäß nur auf Kosten der Darstellung der übrigen Beobachtungen erfüllt werden kann.

Der Umstand nun, daß in Herrn Valentiner's Arbeit die Methode der kleinsten Quadrate nicht zur Anwendung gekommen war, anderseits aber auch nähere Angaben über das verwendete Vergleichssternmateriale vermißt werden, ließ die neuerliche Inangriffnahme der Bahnrechnung dieses Kometen geboten erscheinen.

Über Vorschlag des (mittlerweile verstorbenen) Prof. H. Kreutz habe ich mich dieser Arbeit unterzogen und lege nun im nachstehenden das Ergebnis derselben vor, wobei nicht unerwähnt bleiben möge, daß ich zum Schutze gegen numerische Unrichtigkeiten die ganze Arbeit durch zweifache unabhängige Rechnung kontrolliert habe.

Ephemeride.

Der Ephemeridenrechnung habe ich als Ausgangselemente die zuletzt angeführten Valentiner'schen als die besten vorhandenen zugrunde gelegt, die dortselbst angeführte Größe π durch die bei Kometenbahnelementen jetzt allgemein übliche Knotendistanz des Perihels... $\omega = 178^\circ\ 30'\ 46''04$ ersetzend. Die Umrechnung der Perihelzeit auf den Normalmeridian von Greenwich, auf welchen auch die ganze weitere Rechnung bezogen wurde, ergab unter Benützung der im Nautical Almanac für das Jahr 1898 mitgeteilten Längendifferenz Berlin—Greenwich... $T' = 1864$ Dezember $27 \cdot 719670$ mittlere Greenwicher Zeit, die Reduktion der drei Lage-Elemente auf das mittlere Äquinoktium $1864 \cdot 0$ lieferte:

$$\left.\begin{array}{l} \omega_1 = 178^\circ\ 30'\ 46''39 \\ \Omega_1 = 340\quad 53\quad 31 \cdot 65 \\ i_1 = 162\quad 52\quad 36 \cdot 11 \end{array}\right\}\ \text{mittleres Äquinoktium } 1864 \cdot 0$$

[1] A. N. 1616. 119.

wobei nach der von Gauß für rückläufige Kometenbahnen vorgeschlagenen Zählweise für die Neigung der Bahn der betreffende Supplementwinkel eingeführt wurde.

Nach Berechnung der Gauß'schen Konstanten wurde sodann für die auf das mittlere Äquinoktium des Jahresanfanges bezogenen heliozentrischen Äquatorialkoordinaten des Kometen erhalten:

für 1864:

$$x' = [9\cdot9979735]\, r \sin(286^\circ\, 49'\, 53''\!\cdot\!37 + v)$$
$$y' = [9\cdot9965693]\, r \sin(\;16\quad 7\;\, 52\cdot86 + v)$$
$$z' = [9\cdot1986595]\, r \sin(\;54\quad 4\;\, 17\cdot60 + v)$$

für 1865:

$$x = [9\cdot9979763]\, r \sin(286^\circ\, 49'\;\; 4''\!\cdot\!92 + v)$$
$$y = [9\cdot9965704]\, r \sin(\;16\quad 7\quad 6\cdot65 + v)$$
$$z = [9\cdot1984986]\, r \sin(\;54\quad 2\;\, 36\cdot99 + v)$$

Durch Verbindung der hieraus sich ergebenden Kometenörter mit den Sonnenkoordinaten, welche ich nach Reduktion auf das mittlere Äquinoktium des Jahresanfanges dem Nautical Almanac entnommen habe, wurde die nachstehende Ephemeride erhalten, wozu ich bemerke, daß infolge der immer beträchtlicher werdenden Eigenbewegung des Objektes mit 13. Jänner die Verengung des Intervalles auf 12 Stunden notwendig wurde. Zur Berechnung der Aberrationszeit habe ich die Newcomb'sche Konstante ($\log C = 2\cdot697630$) benützt.

Mittlere Zeit Greenwich	α appar.	Δ	δ appar.	Δ	log ρ	Aberrations-zeit
1864 Dezember 29·0	14h 5m 32s·89		−12° 44' 32"·9		0·04073	547s·5
		−106s·44		−834"·5		
30·0	3 46·45		58 27·4		·02738	530·9
		114·62		879·4		
31·0	1 51·83		13 13 6·8		·01354	514·2
		123·85		927·8		
1865 Jänner 1·0	13 59 47·98		28 34·6		9·99917	497·5
		134·02		982·5		
2·0	57 33·96		44 57·1		·98424	480·7
		145·47		1041·6		
3·0	55 8·49		14 2 18·7		·96872	463·8
		158·27		1106·6		
4·0	52 30·22		20 45·3		·95258	446·9
		172·76		1178·7		
5·0	49 37·46		40 24·0		·93579	430·0
		189·01		1258·2		
6·0	46 28·45		15 1 22·2		·91830	413·0
		207·61		1346·3		
7·0	43 0·84		23 48·5		·90008	396·0
		228·76		1443·4		
8·0	39 12·08		47 51·9		·88108	379·1
		253·10		1551·1		
9·0	34 58·98		16 13 43·0		·86126	362·2
		281·10		1669·9		
10·0	30 17·88		41 32·9		·84058	345·3
		313·59		1801·1		
11·0	25 4·29		17 11 34·0		·81899	328·6
		351·36		1945·2		
12·0	19 12·93		43 59·2		·79645	312·0
		395·61		2101·9		
13·0	12 37·32		18 19 1·1		·77293	295·5
		−216·74		−1114·1		
13·5	9 0·58		37 35·2		·76080	287·4
		230·94		1157·4		
14·0	5 9·64		56 52·6		·74842	279·3
		246·16		1202·9		

Mittlere Zeit Greenwich	α appar.	Δ	δ appar.	Δ	log ρ	Aberrations-zeit
1865 Jänner 14·5	13h 1m 3s48		−19° 16' 55"5		9·73579	271s3
		−262s98		−1247"6		
15·0	12 56 40·50		37 43·1		·72291	263·4
		281·18		1293·5		
15·5	51 59·32		59 16·6		·70979	255·5
		301·00		1339·4		
16·0	46 58·32		20 21 36·0		·69644	247·8
		322·60		1384·4		
16·5	41 35·72		44 40·4		·68287	240·2
		346·20		1426·6		
17·0	35 49·52		21 8 27·0		·66910	232·7
		371·83		1466·3		
17·5	29 37·69		32 53·3		·65514	225·3
		399·85		1500·3		
18·0	22 57·84		57 53·6		·64104	218·1
		430·32		1526·5		
18·5	15 47·52		22 23 20·1		·62682	211·1
		463·15		1543·7		
19·0	8 4·37		49 3·8		·61254	204·3
		498·88		1546·8		
19·5	11 59 45·49		23 14 50·6		·59826	197·7
		537·03		1534·8		
20·0	50 48·46		40 25·4		·58404	191·3
		577·98		1498·5		
20·5	41 10·48		24 5 23·9		·56998	185·2
		621·15		1438·2		
21·0	30 49·33		29 22·1		·55618	179·4
		666·56		1343·9		
21·5	19 42·77		51 46·0		·54275	173·9
		713·25		1212·9		
22·0	7 49·52		25 11 58·9		·52984	168·8
		760·71		1037·9		
22·5	10 55 8·81		29 16·8		·51760	164·2
		807·82		814·9		
23·0	41 40·99		42 51·7		·50620	159·9
		852·97		540·1		
23·5	27 28·02		51 51·8		·49583	156·1
		894·55		217·3		
24·0	12 33·47		55 29·1		·48666	152·9
		931·12		+153·6		
24·5	9 57 2·35		52 55·5		·47889	150·2
		960·74		566·3		
25·0	41 1·61		43 29·2		·47269	148·0
		981·47		1004·1		
25·5	24 40·14		26 45·1		·46821	146·5
		992·52		1452·9		
26·0	8 7·62		2 32·2		·46556	145·6
		993·09		1896·2		
26·5	8 51 34·53		24 30 56·0		·46481	145·4
		983·04		2311·0		
27·0	35 11·49		23 52 25·0		·46598	145·8
		963·05		2688·8		
27·5	19 8·44		7 36·2		·46905	146·8
		934·20		3007·1		
28·0	3 34·24		22 17 29·1		·47394	148·5
		898·29		3262·7		
28·5	7 48 35·95		21 23 6·4		·48053	150·7
		856·81		3448·4		
29·0	34 19·14		20 25 38·0		·48867	153·6
		811·78		3569·6		
29·5	20 47·36		19 26 8·4		·49818	157·0
		764·76		3629·8		
30·0	8 2·60		18 25 38·6		·50887	160·9

Vergleichssterne.

Ich lasse nun zunächst das Verzeichnis der den beobachteten Kometenörtern zugrunde gelegten Vergleichssternpositionen folgen und bemerke hierzu, daß die Reduktion derselben auf das mittlere Äquinoktium für den Anfang des Beobachtungsjahres durchwegs mittels des in Oppolzer's Lehrbuch zur Bahnbestimmung (I. Auflage, I. Band, p. 84) gezeigten Verfahrens unter Benutzung der dortselbst angegebenen Konstanten vorgenommen wurde.

Mittleres Äquinoktium 1864·0.

Nr.	Quelle	α	δ	Gew.
1	Weisse$_1$ XIV, 67	$14^h\ 5^m\ 34^s95$	−13° 6' 30"2	2
	Santini 1296	5 34·93	6 31·1	3
	Cambridge[1]	5 35·02	6 30·5	5
		$14^h\ 5^m\ 34^s98$	−13° 6' 30"6	

Mittleres Äquinoktium 1865·0.

Nr.	Quelle	α	δ	Gew.
2	Weisse$_1$ XIII, 913	$13^h\ 53^m\ 53^s44$	−14° 12° 13"5	1
	Santini 1284	53 53·43	12 11·2	2
	Wash. Zon. 45 Nr. 114 .	53 53·57	12 12·5	5
	» » 113 » 114 .	53 53·58	12 11·5	
	Lalande Nr. 25.726 . . .	53 53·38	12 15·1	0
	Paris II Nr. 17.176	53 53·72	12 11·1	0
	Paris III »	53 53·57	12 11·7	4
	München Nr. 9.723 . . .	53 53·41	12 14·2	2
	Cambridge[1]	53 53·60	12 13·6	6
		$13^h\ 53^m\ 53^s55$	−14° 12' 12"6	
3	Weisse$_1$ XIII 899	$13^h\ 53^m\ 10^s99$	−14° 17' 40"8	1
	Santini Nr. 1283	53 10·87	17 39·0	2
	Radcl.$_2$ Nr. 3628	53 10·75	17 41·5	5
	Wash. Zon 45 Nr. 113 . .	53 10·69	17 42·4	5
	» » 113 » 113 . .	53 10·72	17 42·7	
	Lalande Nr. 25.710 . . .	53 10·75	17 35·5	
	Paris II Nr. 17.157 . . .	53 11·01	17 41·5	3
	Paris III » . . .	53 10·88	17 41·4	3
		$13^h\ 53^m\ 10^s83$	−14° 17' 41"5	

[1] Diese beiden Positionen verdanke ich gütiger brieflicher Mitteilung von seiten der Sternwarte des Harward-College in Cambridge.

Mittleres Äquinoktium 1865·0.

Nr.	Quelle	α	δ	Gew.
4	Argel. Weiss Nr. 9217 . .	11h 19m 39s79	−25° 0' 45"5	1
	Cordoba 15.636	19 39 73	0 47·6	2
	Argent. Zon. Kat 11h 1407	19 39·60	0 45·8	2
		11h 19m 39s69	−25° 0' 46"5	
5	Argel. Weiss Nr. 7.956 . .	9h 30m 7s42	−25° 21' 30"0	1
	Cordoba 13.103	30 7·43	21 33·5	2
	Argent. Zon. Kat 9h 2.461 .	30 7·37	21 32·0	2
		9h 30m 7s40	−25° 21' 32"2	
6	Argel. Weiss Nr. 5.557 . .	7h 21m 21s10	−19° 43' 43"8	1
	Cinc. Zon. Kat 1279 . . .	21 21·24	43 41·0	2
	Luther (Hamb.) 225 . . .	21 21·09	43 41·0	2
		7h 21m 21s15	−19° 43' 41"6	
7	Argel Weiss Nr. 10.692 .	13h 32m 42s39	−15° 45' 36"9	2
	Radcl.$_2$ 3.538	32 42·42	45 34·8	3
	Wash. Zon. 51 Nr. 39 . .		45 36·1	2
	» » 119 » 8 . .	32 42·43	45 36·6	
	» » 120 » 3 . .	32 42·42	45 35·2	
	Lalande 25.213	32 42·75	45 33·4	0
	Paris II Nr. 16.686 . . .	32 42·41	45 35·0	1
	Paris III » . . .	32 42·48	45 35·5	2
		13h 32m 42s43	−15° 45' 35"6	
8	Argel. Weiss Nr. 10.709 .	13h 34m 30s49	−16° 7' 24"8	1
	Wash. Zon. 53 Nr. 6 . .	34 30·42	7 23·7	2
	» » 119 » 9 .	34 30·22	7 25·0	
	» » 208 » 1 . .	34 30·38	7 23·6	
		13h 34 30s39	−16° 7' 24"3	

Beobachtungen.

Bei der Besprechung der Beobachtungen, welche ich zunächst in übersichtlicher Zusammenstellung folgen lasse, glaube ich im Hinblicke auf die geringe Anzahl derselben — es sind im ganzen nur zehn — etwas ausführlicher sein zu dürfen, als dies sonst üblich ist, zumal sich hierbei Gelegenheit bieten wird, auf mehrere in der Publikation der Beobachtungen unterlaufene kleine Unrichtigkeiten und Widersprüche hinzuweisen.

Nr. der Beobachtung	Datum	Ortszeit	Zahl der Vergleiche	Differenz Komet—Stern		Nr. des Vergleichs-Sternes	Reduktion auf den scheinbaren Ort		Parallaxe		Beobachter[1]
				A R	*D*		*A R*	*D*	*A R*	*D*	
1	1864 Dez. 30	18h 26m 43s	15,5	− 3m 13s37	− 2′ 23″1	1	+ 3s50	− 13″7	− 0s09	+ 7″4	B
2	1865 Jänn. 2	17 15 21	5,5	+ 2 2·04	+15 21·1	2	0·44	+ 2·9	0·18	8·1	»
3	3	18 4 48	8,8	+ 0 5·46	+ 2 10·6	3	0·48	2·7	0·09	8·5	»
4	3	18 17 41	8,4	− 0 38·86	− 3 33·9	2	0·48	2·7	0·07	8·6	»
5	3	18 28 2	9,6	+ 0 3·40	+ 1 45·9	3	0·48	2·7	0·05	8·9	T
6	8	17 28 54·1	4,4	+ 3 40·05	−19 49·7	7	0·78	1·6	0·13	10·7	M
7	8	18 2 9·0	8,8	+ 1 45·69	+ 1 26·0	8	0·78	+ 1·8	− 0·05	10·7	»
8	21	15 55 17	17,6	− 2 55·36	+ 3 3·0	4	2·02	− 4·4	+ 0·27	23·8	B
9	25	14 7 4	5,5	− 7 14·59	− 3 32·5	5	2·37	11·0	+ 0·37	28·0	»
10	29	10 26 30	18,6	+ 2 4·80	+ 5 18·0	6	+ 2·20	− 16·3	− 0·11	+ 25·8	B u. E

[1] B = Bruhns (Leipzig), T = Tietjen (Berlin), M = Murmann (Wien), E = Engelmann (Leipzig).

1. Die erste Beobachtung ist gegenüber den Angaben, welche in Bruhns brieflichen Mitteilungen über die Entdeckung des Kometen enthalten sind, verändert, weil dort der Vergleichsstern irrtümlich auf 1854 statt auf das Jahr 1864 reduziert war;[1] auch ist (a. a. O.) die Differenz ☄—⁎ in Deklination fälschlich mit —2′ 33″1 (richtig —2′ 23″1) angegeben.

2. In der Kolonne: Differenz ☄—⁎ geben die Astronomischen Nachrichten 1511.367 für die zweite Beobachtung vom 3. Jänner in Rektaszension: —0m 38s36, welcher Wert jedoch der daselbst ebenfalls angeführten scheinbaren Rektaszension des Kometen nicht zugrunde gelegt ist, weshalb kein Zweifel bestehen kann, daß der später[2] mitgeteilte Wert —0m 38s86 der richtige ist.

3. Zur Berliner Beobachtung vom 3. Jänner, für welche übrigens die Beobachtungszeit in den Astronomischen Nachrichten 1509.335 irrtümlich mit 13h 28m 2s angegeben ist, bemerkt der Beobachter F. Tietjen: »Die Beobachtung ist sehr unsicher wegen des verwaschenen Aussehens des Kometen, welches noch bedeutend dadurch erhöht wurde, daß das Objektiv mit einer ziemlich starken Eiskruste überzogen war.« Die näheren Umstände dieser Beobachtung sind in die Astronomischen Nachrichten nicht aufgenommen und wurden mir über meine Anfrage in liebenswürdiger Weise von Herrn Assistenten Dr. J. Hoelling bekanntgegeben, welcher mir unter Anderen mittheilte: »Außer im Bogenmaß steht die $\Delta\delta$-Messung auch in Schraubenrevolutionen angegeben; berechnet man sich aus den benachbarten Beobachtungen den Wert einer Revolution, so ergibt sich unter Zugrundelegung desselben für $\Delta\delta$ nicht der oben (im Beobachtungsjournale) angegebene, sondern + 1′ 45″7; dies hat ursprünglich auch dagestanden und ist deutlich in + 1′ 38″7 korrigiert. Der Grund dieser Änderung ist weder angegeben, noch hier zu ermitteln gewesen.« Ich habe daher trotz des dürftigen Beobachtungsmateriales um so weniger Bedenken getragen, diese Beobachtung auszuschließen, als auch schon der Beobachter selbst auf deren große Unsicherheit hinwies.

[1] A. N. 1511.367.

[2] A. N. 1528.243.

4. Für die beiden Wiener Beobachtungen vom 8. Jänner, welche in den Astronomischen Nachrichten (1516·61) nur sehr unvollständig publiziert sind, habe ich die näheren Details den Annalen der Wiener Sternwarte entnommen; die dort angegebenen Beobachtungszeiten differieren von den in den Astronomischen Nachrichten mitgeteilten um zirka 7^s; nach der von Herrn Sternwartendirektor Hofrat Dr. E. Weiß ausgesprochenen Vermutung dürfte diese Differenz in dem zur Zeit der Publikation in den astronomischen Nachrichten nicht genau bekannten, erst durch nachfolgende Zeitbestimmungen berichtigten Uhrstande begründet sein; demgemäß habe ich auch die in den Wiener Annalen angegebenen Beobachtungszeiten der Rechnung zugrunde gelegt. Über das Aussehen des Kometen sagt der Beobachter (a. a. O.): »Durchmesser des Kometen 3 bis 4′; verwaschen, ohne deutlichen Kern; Helligkeit $= 7$ bis 8^m.

Die nun folgende Lücke (vom 8. bis 21. Jänner) in der Beobachtungsreihe findet ihre Erklärung in dem während dieser Zeit herrschenden Mondlichte, welches ein sicheres Beobachten des schlecht umgrenzten lichtschwachen Objektes wohl nicht gestattete.

5. Zu den beiden Leipziger Beobachtungen vom 21. und 25. Jänner bemerkt Dr. R. Engelmann:[1] »Der Komet war beide Male sehr schwach.«

Die letzte Beobachtung gelang an der Leipziger Sternwarte am 29. Jänner.

Der Vollständigkeit halber sei hier noch einer vermeintlichen Beobachtung des Kometen an der Sternwarte zu Athen Erwähnung getan (siehe A. N. 1516·64), die sich jedoch bald als Irrtum erwies und bereits in den Astronomischen Nachrichten 1529·271 widerrufen wurde.

Behufs Vergleichung der Beobachtungen mit der Ephemeride wurden zunächst die Beobachtungszeiten auf den Normalmeridian von Greenwich reduziert und wegen Aberration korrigiert, worauf sich durch Verbindung der von der Parallaxe befreiten Beobachtungen mit den durch Interpolation der Ephemeride erhaltenen Kometenörtern die nachstehend angeführten Werte für $\Delta\alpha$ und $\Delta\delta$ ergaben:

Nr.	Mittlere Zeit Greenwich	α-Beob.	Δα *(B—R)*	δ-Beob.	Δδ *(B—R)*
1	1864 Dez. 30·728128	14h 2m 25s02	+ 1s15	−13° 9′ 0″0	+ 3″1
2	1865 Jänn. 2·679143	13 55 55·85	− 0·64	13 56 40·5	− 2·8
3	3·713684	13 53 16·68	− 0·26	14 15 19·7	+ 1·7
4	3·722632	13 53 15·10	− 0·40	14 15 35·2	− 3·8
5	3·727034	13 53 14·66	(− 0·13)	14 15 44·0	(− 7·7)
6	8·678643	13 36 23·13	− 0·03	16 5 13·0	− 0·8
7	8·701737	13 36 16·81	− 0·40	16 5 45·8	+ 2·7
8	21·626973	11 16 46·62	+ 0·53	24 57 24·1	−16·0
9	25·552125	9 22 55·55	− 1·46	25 24 47·7	−13·0
10	29·398839	7 23 28·04	+ 0·18	19 38 14·1	+ 3·3

[1] A. N. 15. 1313.

Störungen.

Die Berücksichtigung der Störungen bei einer Erscheinung von der kurzen Dauer der vorliegenden mag überflüssig erscheinen und hätte füglich auch — nicht zuletzt unter Berufung auf Gaussens Autorität[1] — gänzlich übergangen werden können. Der Gründlichkeit halber und, da doch im Verlaufe der Erscheinung die Annäherung des Kometen namentlich an die Erde ziemlich erheblich wurde, habe ich gleichwohl die Störungen von Jupiter, Erde und Venus, welche als störende Körper hier ausschließlich in Betracht kommen, strenge gerechnet. Hierzu wurden unter Zugrundelegung der Newcomb'schen Werte für die Massen der störenden Körper

$$m_{♄} = \frac{1}{1.047·355} \qquad m_{♁+☾} = \frac{1}{329.390} \qquad m_{♀} = \frac{1}{408.000}$$

die Störungsgleichungen in rechtwinkligen Äquatorialkoordinaten mit zehntägigem Intervalle aufgestellt und nach Encke's Methode durch mechanische Quadraturen integriert; für die Komponenten der störenden Kräfte nach den drei Achsenrichtungen ergab sich schließlich:

Mittlere Zeit Greenwich	$m\frac{d^2\xi}{dt^2}$	$m\frac{d^2\eta}{dt^2}$	$m\frac{d^2\zeta}{dt^2}$
1865 Jänn. 1·0	+ 2·11	— 0·87	— 0·27
11·0	+ 3·47	— 0·14	+ 0·43
21·0	+ 8·37	— 1·31	+ 2·93
31·0	+ 4·16	— 7·66	+ 2·41

und hieraus durch Integration, mit Jänner 16·0, der ungefähren Mitte der Erscheinung als Oskulationsepoche, für die Störungen der Koordinaten (in Einheiten der siebenten Dezimale):

Mittlere Zeit Greenwich	ξ	η	ζ
1865 Jänn. 1·0	+ 4·20	— 0·31	+ 0·63
11·0	+ 0·64	— 0·06	+ 0·16
21·0	+ 0·85	— 0·11	+ 0·26
31·0	+ 8·67	— 1·90	+ 3·05

Der Übergang auf die Störungen des geozentrischen Ortes wurde in einfacher Weise vermittels der bekannten Differentialausdrücke:

---

[1] Mit Beziehung auf Beobachtungsreihen, welche nur kurze Zeit umfassen, sagt Gauß in der Theoria motus (Art 190): »Quamdiu res ita se habet, operae haud pretium esset, calculum praematurum perturbationum suscipere, sed potius sufficiet, sectionem conicam quasi osculatricem observationibus adaptare.«

$$\left.\begin{aligned} \rho \cos\delta . d\alpha &= -\xi \sin\alpha + \eta \cos\alpha \\ \rho . d\delta &= -\sin\delta\,(\xi \cos\alpha + \eta \sin\alpha) + \zeta \cos\delta \end{aligned}\right\}$$

bewerkstelligt, wodurch die nachstehenden Werte erhalten wurden:

Mittlere Zeit Greenwich	$d\alpha$	$d\delta$
1865 Jänn. 1·0	+ 0^{s}05	0^{s}00
11·0	+ 0·01	0·00
21·0	0·00	— 0·01
31·0	— 0·51	+ 0·12

also in der Tat verschwindende Beträge, wie ja schließlich unter den obwaltenden Umständen auch zu erwarten stand.

Normalörter.

Die Vereinigung der ersten vier Beobachtungen sowie der beiden Wiener Beobachtungen anderseits zu je einem Normalort war durch die zeitliche Verteilung derselben bedingt. Es möchte nun naheliegend erscheinen, auch die letzten drei Beobachtungen (vom 21., 25. und 29. Jänner) zur Bildung eines Normalortes zu benutzen und so das Ganze auf eine Bahnbestimmung aus drei Örtern zurückzuführen, wie es denn auch Valentiner getan hat; allein abgesehen davon, daß gerade diese Beobachtungen durch das Ausgangselementensystem nicht gut dargestellt werden und überdies auch einen relativ großen Zeitraum umfassen, schien es mir eben im vorliegenden Falle nicht ratsam, auf die ausgleichende Wirkung der Methode der kleinsten Quadrate zu verzichten; ich habe demnach die genannten drei Beobachtungen einzeln in die weitere Rechnung eingeführt, in der Folge jedoch wie Normalörter behandelt.

Die der Ausgleichsrechnung zugrunde gelegten numerischen Werte für die Normalortepochen, die bezüglichen Störungen des geozentischen Ortes sowie die Differenzen zwischen Beobachtung und Rechnung sind in der nachstehenden Tabelle enthalten.

Normalort:	I. Beob. 1—4	II Beob. 6 u. 7.	III. Beob. 8	IV. Beob. 9	V. Beob. 10
Epoche (m. Z. Greenw.)	1865 Jänn. 2·460897	8·690190	21·626973	25·552125	29·398839
δ-Rechn.	— 13° 52' 50"	16° 5' 30"	24° 57' 8"	25° 24' 35"	19° 38' 17"
$\Delta\alpha$ (Beob.—Rechn.)	— 0^{s}0375	— 0^{s}215	+ 0^{s}53	— 1^{s}46	+ 0^{s}18
$\Delta'\alpha$ (idem in Winkelsekund.)	— 0"56	— 3"23	+ 7"95	— 21"90	+ 2"70
Störung	+ 0·04	+ 0·02	— 0·03	— 0·23	— 0·43
$\Delta''\alpha$	— 0·60	— 3·25	+ 7·98	— 21·67	+ 3·13
log ($\Delta''\alpha \cos\delta$)	*n* 9·76527	*n* 0·49452	*p* 0·85944	*n* 1·29167	*p* 0·46952
$\Delta\delta$ (Beob.—Rechn.)	— 0"45	+ 0"95	— 16"0	— 13"0	+ 3"3
Störung	0·00	0·00	0·0	+ 0·1	+ 0·1
$\Delta'\delta$	— 0·45	+ 0·95	— 16·0	— 13·1	+ 3·2
log $\Delta'\delta$	*n* 9·65321	*p* 9·97772	*n* 1·20412	*n* 1·11727	*p* 0·50515

Ausgleichung.

Die Ausgleichung der zwischen Beobachtung und Rechnung resultierenden Differenzen habe ich, wie bereits erwähnt, nach der Methode der kleinsten Quadrate bewirkt, und zwar unter Benützung der Schönfeld'schen Formeln. Für die hierin auftretenden äquatorialen Elemente der Lage fand ich:

$$\left.\begin{array}{l} \omega' = 54^\circ \; 2' \, 37''2 \\ \Omega' = 217 \; 34 \; 29 \; 4 \\ i' = 170 \; 54 \; 37\cdot 0 \end{array}\right\} \text{mittleres Äquinoktium } 1865\cdot 0$$

Die Bestimmung der wahren Anomalie, des Radius vector und der geozentrischen Distanz des Kometen für die Normalortepochen ergab die nachstehend angeführten Werte:

Normalort:	I	II	III	IV	V
v	6° 47' 3"	14° 2' 11"	28° 17' 59"	32° 20' 1"	36° 8' 1"
log r	0·04866	0·05368	0·07390	0·08218	0·09106
log ρ	9·97716	9·86749	9·53942	9·46785	9·49616

Nach Berechnung der Schönfeld'schen Koeffizienten erhielt ich, den fünf Normalörtern der Reihe nach die Gewichte 4, 2, 1, 1, 1 (proportional der Anzahl der in denselben enthaltenen Beobachtungen) erteilend, die nachstehenden Fehlergleichungen:[1]

$$\begin{array}{rrrrrrl}
-0\cdot15392\,d\varkappa & +3\cdot81273\,dT & -3\cdot99781\,d\varepsilon & -5\cdot46335\,dq & -9\cdot56333\,d\lambda & -8\cdot63874\,d\nu & =-0\cdot06630 \\
-0\cdot09628 & +3\cdot78198 & -4\cdot31125 & -5\cdot35295 & -9\cdot50998 & -8\cdot90793 & =-0\cdot64504 \\
-0\cdot45267 & +4\cdot09623 & -4\cdot92102 & +4\cdot84293 & -9\cdot50008 & -9\cdot23120 & =+0\cdot85944 \\
-0\cdot60821 & +4\cdot18825 & -5\cdot01816 & +5\cdot67624 & -9\;09716 & -8\cdot89856 & =-1\cdot29167 \\
-0\cdot57656 & +4\cdot07489 & -4\cdot85001 & +5\cdot86159 & +9\cdot15938 & +9\cdot02277 & =+0\cdot46952 \\
-9\cdot43495 & +2\cdot99433 & -3\cdot06850 & +5\cdot11327 & -0\cdot34859 & -9\cdot42400 & =-9\cdot95424 \\
-9\cdot56600 & +3\cdot07577 & -3\cdot39279 & +5\cdot14608 & -0\cdot29599 & -9\cdot69394 & =+0\cdot12824 \\
-9\cdot87116 & +3\cdot08435 & +3\cdot60635 & +5\cdot54385 & -0\cdot40630 & -0\cdot13742 & =-1\cdot20412 \\
-9\cdot40972 & -3\cdot17408 & +4\cdot47002 & +5\cdot56668 & -0\cdot45809 & -0\cdot25949 & =-1\cdot11727 \\
+9\cdot57345 & -3\cdot53045 & +4\cdot64183 & +5\cdot28059 & -0\cdot44619 & -0\cdot30958 & =+0\cdot50515
\end{array}$$

Hierin vertreten die Schönfeld'schen Invarianten $d\varkappa$, $d\lambda$, $d\nu$ die Variationen der drei ekliptikalen Lageelemente, mit welchen sie in dem bekannten einfachen Zusammenhange stehen.

Werden in die Fehlergleichungen sechs neue Unbekannte $x_1, x_2 \ldots x_6$ eingeführt durch die Relationen:

$$\begin{array}{l}
x_1 = 9\cdot97429\,d\varkappa^{1} \\
x_2 = 3\cdot58131\,dT \\
x_3 = 4\cdot22777\,d\varepsilon \\
x_4 = 5\cdot38475\,dq \\
x_5 = 9\cdot87851\,d\lambda \\
x_6 = 9\cdot45236\,d\nu
\end{array}$$

[1] Wobei die Zifferngrößen durchwegs logarithmisch angesetzt sind.

so ergeben sich, wenn man gleichzeitig log Fehlereinheit = 0·62410 setzt, folgende homogene Fehlergleichungen:[1]

$-0·17963\,x_1$	$+0·23142\,x_2$	$-9·77004\,x_3$	$-0·07860\,x_4$	$-9·68482\,x_5$	$-9·18638\,x_6$	= −9·44220
−0·12199	+0·20067	−0·08348	−9·96820	−9·63147	−9·45557	= −0·02094
−0·47838	+0·51492	−0·69325	+9·45818	−9·62157	−9·77884	= +0·23534
−0·63392	+0·60694	−0·79039	+0·29149	−9·21865	−9·44620	= −0·66757
−0·60227	+0·49358	−0·62224	+0·47684	+9·28087	+9·57041	= +9·84542
−9·46066	+9·41302	−8·84073	+9·72852	−0·47008	−9·97164	= −9·33014
−9·59171	+9·49446	−9·16502	+9·76133	−0·41748	−0·24158	= +9·50414
−9·89687	+9·50304	+9 37858	+0·15910	−0·52779	−0·68506	= −0·58002
−9·43543	−9·59277	+0·24225	+0·18193	−0·57958	−0·80713	= −0·49317
+9·59916	−9·94914	+0·41406	+9·89584	−0·56768	−0·85722	= +9·88105

Die Auswertung der Gauß'schen Symbole lieferte:

[*a a*] = + 48·7271, [*a b*] = −45·1020, [*a c*] = + 61·1198, [*a d*] = −19·8602, [*a e*] = + 6·6050
[*a f*] = + 5·7914, [*aF*] = +17·9395, [*bb*] = + 43·4167, [*b c*] = −60·0777, [*b d*] = +14·1619
[*b e*] = − 0·8275, [*b f*] = + 3·9317, [*bF*] = − 13·7672, [*c c*] = +91·6777, [*c d*] = −19·3020
[*c e*] = − 13·3530, [*c f*] = −27·1499, [*cF*] = + 14·3151, [*d d*] = +20·8296, [*d e*] = −15·5277
[*d f*] = − 23·0623, [*dF*] = −14·7482, [*e e*] = + 55·6564, [*e f*] = +75·1790, [*eF*] = +22·3946
[*f f*] = + 121·0044, [*fF*] = +33·4165.

Demnach werden die Normalgleichungen:[1]

$+1·687771\,x_1$	$-1·654196\,x_2$	$+1·786182\,x_3$	$-1·297983\,x_4$	$+0·819873\,x_5$	$+0·762784\,x_6$	= + 1·253810
−1·654196	+1·637657	−1·778713	+1·151122	−9·917768	+0·594580	= − 1·138845
+1·786182	−1·778713	+1·962264	−1·285602	−1·125579	−1·433768	= + 1·155794
−1·297983	+1·151122	−1·285602	+1·318681	−1·191108	−1·362903	= − 1·168739
+0·819873	−9·917768	−1·125579	−1·191108	+1·745515	+1·876097	= + 1·350143
+0·762784	+0·594580	−1·433768	−1·362903	+1·876097	+2·082801	= + 1·523961

woraus zunächst:

$\log x_1 = +9·654244$	$x_1 = +0·45107$
$\log x_2 = +9·677141$	$x_2 = +0·47549$
$\log x_3 = +9·357249$	$x_3 = +0·22764$
$\log x_4 = -8·902057$	$x_4 = -0·07981$
$\log x_5 = +9·019449$	$x_5 = +0·10458$
$\log x_6 = +9·322242$	$x_6 = +0·21001$

gefunden wurde; nach Multiplikation mit der Fehlereinheit und Division durch die Homogenitätsfaktoren ergab sich hieraus:

---

[1] Wobei die Ziffergrößen durchwegs logarithmisch angesetzt sind.

$$d\varkappa = +2''014$$
$$dT = +0\cdot0005247^d$$
$$d\varepsilon = +0\cdot00005670$$
$$dq = -0\cdot00000139$$
$$d\lambda = +0''582$$
$$d\nu = +3''119$$

und schließlich:

$$d\Omega = +2''252$$
$$di = -3\cdot103$$
$$d\omega = +4\cdot166$$

Die wahrscheinlichste Bahn des Kometen stellt sich demnach als Hyperbel dar mit nachfolgenden schließlichen Elementen:

Oskulation: 1865 Jänner 16·0

$T =$ 1864 Dez. 27·720195 mittlere Zeit Greenwich

$$\left.\begin{aligned} \omega &= 178°\ 30'\ 50''2 \\ \Omega &= 340\ \ 54\ \ 23\cdot8 \\ i &= 162\ \ 52\ \ 33\cdot5 \end{aligned}\right\}\text{ mittleres Äquinoktium 1865·0}$$

$$\log q = 0\cdot0471347$$
$$\varepsilon = 1\cdot0000567$$

Wird nun behufs Ermittlung der Elementenkorrektionen für die wahrscheinlichste Parabelbahn $d\varepsilon = 0$ gesetzt, so verschwinden in dem System der Normalgleichungen alle Glieder mit x_3 sowie auch (infolge der symmetrischen Anordnung der Koeffizienten) die dritte Gleichung. Durch Auflösung der resultierenden Gleichungen findet man in diesem Falle:

$\log x_1 = -9\cdot725805$	$x_1 = -0\cdot53187$	$d\varkappa = -2''375$	
$\log x_2 = -9\cdot873146$	$x_2 = -0\cdot74670$	$dT = -0\cdot0008240^d$	hieraus:
$\log x_4 = -9\cdot640640$	$x_4 = -0\ 43716$	$dq = -0\cdot00000759$	$d\Omega = +0''855$
$\log x_5 = +8\cdot473195$	$x_5 = +0\cdot02973$	$d\lambda = +0''166$	$di = -3\cdot322$
$\log x_6 = +9\cdot350417$	$x_6 = +0\cdot22409$	$d\nu = +3''328$	$d\omega = -1\cdot557$

und erhält damit die folgenden schließlichen parabolischen Elemente:

Oskulation 1865 Jänner 16·0

$T =$ 1864 Dez. 27·718846 mittlere Zeit Greenwich

$$\left.\begin{aligned} \omega &= 178°\ 30'\ 44''5 \\ \Omega &= 340\ \ 54\ \ 22\cdot4 \\ i &= 162\ \ 52\ \ 33\cdot3 \end{aligned}\right\}\text{ mittleres Äquinoktium 1865·0}$$

$$\log q = 0\cdot0471322$$

Ich lasse nun noch eine Übersicht über die Darstellung der Normalörter durch das (Valentiner'sche) Ausgangselementensystem sowie die beiden von mir erhaltenen schließlichen Elementensysteme folgen:

Normalort:		I	II	III	IV	V	Fehlerquadr.
$\cos\delta\,\Delta\alpha$	Ausgangselemente	$-0''58$	$-3''12$	$+7''24$	$-19''57$	$+2''95$	893''13
$\Delta\alpha$		$-0{\cdot}45$	$+0{\cdot}95$	$-16{\cdot}0$	$-13{\cdot}1$	$+3{\cdot}2$	
$\cos\delta\,\Delta\alpha$	Hyperbolische Elemente	$-0{\cdot}59$	$-2{\cdot}68$	$+11{\cdot}94$	$-12{\cdot}60$	$+8{\cdot}92$	613·20
$\Delta\delta$		$+0{\cdot}75$	$+3{\cdot}17$	$-9{\cdot}1$	$-5{\cdot}6$	$+10{\cdot}0$	
$\cos\delta\,\Delta$	Parabolische Elemente	$-0{\cdot}60$	$-2{\cdot}67$	$+11{\cdot}94$	$-12{\cdot}61$	$+8{\cdot}92$	613·41
$\Delta\delta$		$+0{\cdot}75$	$+3{\cdot}17$	$-9{\cdot}1$	$-5{\cdot}6$	$+10{\cdot}0$	

Die gelegentlich der ersten Auflösung der Normalgleichungen erhaltene verschwindende Abweichung der Exzentrizität von der Einheit findet in den unvermeidlichen Beobachtungsfehlern ihre hinlängliche Erklärung und vermöchte die Beibehaltung hyperbolischer Bahnelemente um so weniger zu begründen, als die Sicherheit der erhaltenen Korrektionsgrößen und damit auch des Kriteriums über den Bahncharakter durch das spärliche Beobachtungsmateriale naturgemäß in ungünstigem Sinne beeinflußt wird. Aus diesem Grunde möchte ich auch das zuletzt angeführte parabolische Elementensystem für das definitive erklären, zumal, wie aus der obigen Zusammenstellung ersichtlich, die Vernachlässigung von $d\varepsilon$ eine nennenswerte Vergrößerung der zwischen Beobachtung und Rechnung resultierenden Differenzen sowie des Fehlerquadrates nicht zur Folge hat.

Zum Schlusse kann ich mir nicht versagen, meinem verehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. Karl Hillebrand, für die vielfachen während der Abfassung dieser Arbeit erhaltenen Anregungen hiermit meinen aufrichtigsten Dank auszudrücken.



ZUR

PHYSIOLOGIE DER DIATOMEEN

(II. MITTEILUNG)

DIE BIOLOGIE DER NITZSCHIA PUTRIDA BENECKE

VON

DR. OSWALD RICHTER,

PRIVATDOZENT.

AUS DEM PFLANZENPHYSIOLOGISCHEN INSTITUTE DER K. K. DEUTSCHEN UNIVERSITÄT
IN PRAG NO. 118 DER 2. FOLGE.

Mit 4 Tafeln, 6 Textfiguren, 2 Haupt- und 7 Texttabellen.

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 22. OKTOBER 1908.

Inhaltsangabe.

Zur Physiologie der Diatomeen.

(II. Mitteilung.)

Die Biologie der Nitzschia putrida Benecke.

Die erste Mitteilung[1] befaßte sich vorzugsweise mit der Physiologie der im Jahre 1903[2] reingezüchteten braunen Süßwasserdiatomeen und konnte nur im Vorbeigehen[3] einige Ergebnisse über das Kochsalzbedürfnis brauner Meeresdiatomeen streifen.

Seither ist es nun auch gelungen, eine farblose Meeresdiatomee[4] in Reinzucht zu erhalten, die am Beginne der Zucht morphologisch der *Nitzschia putrida* Benecke am meisten gleicht, jedoch nicht ganz in den Größenverhältnissen mit ihr übereinstimmt. Aus Gründen, die in einem der folgenden Kapitel[5] erörtert werden sollen, sind aber solche Maßunterschiede von gar keinem Belang, so daß die Diatomee als *Nitzschia putrida* Benecke bezeichnet werden mag. Bezüglich meiner Bestimmung bin ich um so beruhigter, als nach Karsten[6] bei dieser Diatomee selbst Größenunterschiede von 26 bis 100 μ nicht über das durch die Auxosporenbildung ausgleichbare Maß hinausgehen.

Seitdem Cohn[7] im Jahre 1854 das Vorkommen farbloser Diatomeen an faulenden Meeresalgen aus dem Hafen von Triest verzeichnet hatte, mehrten sich die Angaben über die gelegentlichen Beobachtungen dieser farblosen Kieselschaler. Genannt seien Miquel, Provazek, Karsten, Berthold Klebs, Lanzi, Palla und Benecke,[8] in dessen monographischer Bearbeitung der farblosen Diatomeen die genaueren Literaturangaben[9] nachgesehen werden mögen.

Wie der Abschnitt »Kulturversuche«[10] der angeführten Arbeit dartut, hat sich auch schon Benecke bemüht, mit Hilfe von Rohkulturen einen, wenn auch bloß oberflächlichen Einblick in die Physiologie der farblosen Diatomeen zu gewinnen. Er konnte mit Bestimmtheit erweisen, daß sie saprophytisch im Dunkeln gedeihen, auch liegen bereits einige Beobachtungen von ihm vor über die Temperatur, die sich für die Entwicklung der Diatomeen besonders geeignet erwies, die Zweckmäßigkeit einer schwach alkalischen Reaktion des Nährsubstrates, Reizplasmolyse u. a. m. Ich werde bei den einzelnen Kapiteln

---

1 Richter Oswald, I. Zur Physiologie der Diatomeen. (I. Mitteilung.) Sitzber. d. kais. Akad. d. Wiss. in Wien, mathem. naturw. Klasse, Bd. CXV, Abt. I, Jänner 1906, p. [27], 1.

2 Richter Oswald, II. Reinkulturen von Diatomeen. Ber. d. D. bot. Ges. 1903, Bd. XXI, H. 8, p. 493.

3 Richter Oswald, I., l. c., p. [81], 55.

4 Richter Oswald, III. Über die Physiologie farbloser Diatomeen; mit Demonstrationen. Verh. d. 78. Vers. deutscher Naturf. und Ärzte in Stuttgart 1906, II. Teil, 1. Hälfte, p. 280.

5 Kapitel XIX, p. 91 [747].

6 Karsten G., I. Über farblose Diatomeen. Flora, Jahrg. 1901, 89. Bd., Ergänzungsband, p. 425.

7 Cohn F., Entwicklungsgeschichte der mikroskopischen Algen und Pilze. Verh. d. k. Leop. Car. Ak. d. Naturforscher, 1854, Bd. 16, p. 1.

8 Benecke W., I. Über farblose Diatomeen der Kieler Föhrde. Jahrb. f. w. B. 1900, Bd. XXXV, H. 3, p. 535. Wie ich bei Karsten G., l. c., gelesen habe, hat auch Mayer P. und Miehe H. die farblosen Diatomeen im Golf zu Neapel beobachtet.

9 Benecke W., I., l. c., p. 537 bis 540.

10 Benecke W., I., l. c., p. 558.

Gelegenheit haben, die physiologischen Ergebnisse der Benecke'schen Arbeit zu würdigen, die selbstverständlich nur jene Tragweite besitzen, die mit Rohkulturen erzielten physiologischen Ergebnissen überhaupt beizumessen ist.

Da Benecke's farblose Diatomeen Rohmaterial, also mit Bakterien verunreinigt waren und da auch Karsten[1] bei seinen Untersuchungen über das Farbloswerden brauner Süßwasserdiatomeen und denen mit der farblosen *Nitzschia putrida,* die ihn zu den gleichen Ergebnissen geführt haben wie Benecke, kein bakterienfreies Material zur Verfügung stand und seither meines Wissens von anderer Seite keine Arbeit mehr über farblose Diatomeen veröffentlicht worden ist, dürfte es zunächst am Platze sein, einiges über die Erfahrungen bei der Reingewinnung meines Versuchsobjektes zu erwähnen.

---

[1] Karsten G., I., l. c., p. 412.

I. Die Gewinnung von Reinkulturen der Nitzschia putrida Benecke.

Schon seit mehreren Jahren hatte mich Herr Prof. Molisch wiederholt auf das Vorkommen farbloser Diatomeen auf älteren im Laboratorium des deutschen pflanzenphysiologischen Institutes in Prag stehen gelassenen *Fucus*-Thallomen aus Triest aufmerksam gemacht und mich jedesmal zu deren Kultur aufgemuntert.

Meine Vorversuche nach dieser Richtung gehen somit auf Jahre zurück und wurden unter anderem mit einem *Fucus*-Extrakte durchgeführt, dem 3% Kochsalz zugesetzt worden waren. Auch Kochsalz-Peptonagar, Kochsalz-Mineralsalzagar[1] u. a. m. kamen in Verwendung. Für die Benützung des *Fucus*-Extraktes war hauptsächlich der Umstand maßgebend, daß er sich bei Celli's[2] Amöbenkulturen so sehr bewährt hatte. Alle diese gelegentlichen Kulturversuche waren ergebnislos, indem wohl reichliche, ja massenhafte Bakterien-, aber keine Diatomeenentwicklung zu sehen war.

Erst im Jahre 1906 wurde die Reinzucht neuerdings mit mehr Konsequenz und mit mehr Glück auf eine neue Art aufgenommen. Da Prof. Molisch gerade mit Versuchen beschäftigt war, Schwefelbakterien in SH_2-Atmosphäre zu kultivieren, und da farblose Diatomeen häufig an Stellen vorkommen, die oft nicht unerheblich nach faulenden Eiern, also nach H_2S-Gas riechen, lag es nahe, H_2S zur Reinzucht der farblosen Diatomeen anzuwenden, und das führte in der Tat zu dem ersehnten Ergebnisse: zur völligen Reinheit der farblosen Diatomee.

Am 28. Februar 1906 wurde von einem alten Stücke von *Fucus serratus* aus einer Triester Sendung, auf dem sich neben Unmassen Bakterien auch farblose Diatomeen entwickelt hatten, abgeimpft und die Kulturschalen in SH_2-Atmosphäre gehalten. Die damals in Anwendung gebrachten Nährböden waren Ca- und Si-freies Mineralsalzagar[3] mit 3% ClNa-Zusatz und Peptonagar mit 3% ClNa. Später wurden auch noch Lösungen von Agar in Helgoländer Meerwasser mit Natriumthiosulfat ($Na_2S_2O_3$) mit und ohne Peptonzusatz ausgeprobt.

Schon am 2. März, somit bereits nach zwei Tagen sah man die erste Entwicklung, am 8. März die erste Kolonie unter dem Mikroskope. Von dieser wurde abgeimpft und am 14. März war in einer Kulturschale dieser Abzüchtung bereits die erste Kolonie makroskopisch sichtbar. Damit war auch die Reinzucht erreicht. Sie hatte also 14 Tage in Anspruch genommen.

Dabei war Entwicklung der farblosen Diatomee nur auf dem Kochsalz-Mineralsalzagar zu bemerken, während sie auf allen organischen Nährböden völlig unterblieb.

Dieses höchst überraschende Ergebnis, das um so auffälliger ist, als sich die farblosen Nitzschien als typische Saprophyten herausgestellt haben, erklärt sich offenbar in einfachster Weise auf die folgende Art:

Bei der Rohimpfung von dem *Fucus*-Fragmente — sie erfolgte durch Übertragen des natürlich mazerierten *Fucus*-Breies mit Glasstäben in das flüssige Kulturagar — kam einfach soviel organische, von den Diatomeen zunächst verwertbare Substanz in das Mineralsalzagar, als gerade für die Entwicklung der Diatomeen ausreichte, den Bakterien aber die Konkurrenz mit den farblosen Kieselschalern ungemein erschwerte. So war ein Überwuchern der Diatomeen durch die Bakterien unmöglich gemacht. Bei den Peptonnährböden kamen dagegen die Bakterien zu sehr in Vorteil, womit die Unterdrückung der Diatomeenentwicklung besiegelt war; daß Natriumthiosulfatzusatz die Entwicklung hemmte, kann, wie noch später dargetan werden wird, die Folge einer Giftwirkung gewesen sein.

Das Geheimnis für die Reinzucht war also: Beschränkung der organischen Zutaten zum Substrate auf ein möglichst geringes Maß geradeso wie bei der Gewinnung[4] der braunen Süß- und Meeresdiatomeen

---

[1] Richter Oswald, I., p. [78], 52.

[2] Celli A., Die Kultur der Amöben auf festem Substrate. C. f. B. u. P. 1896, I. Abt., 19. Bd., p. 536.

[3] Vergl. Kapitel VI, p. 27 [683].

[4] Richter Oswald, II., l. c. und I, l. c., p. [28], 2.

und nach demselben Gedankengang, der für Beijerinck bei seinen Grünalgenzuchten[1] und der Reinzucht seiner Kohlenstoffbakterie[2] maßgebend gewesen war. Die Vermutung, daß vielleicht die Schwefelwasserstoffatmosphäre, in der sich die Diatomeen befanden, bei der Reingewinnung eine unentbehrliche Rolle gespielt habe, hat sich trotz der Erfahrungen über das natürliche Vorkommen auf *Fucus*-Fragmenten auf Grund zahlreicher Versuche als irrig erwiesen.

Da nun während des Jahres 1906 ganz auffallende Gestaltsveränderungen mit dem Kulturobjekte vor sich gegangen waren, die eine neue Reinzucht wünschenswert erscheinen ließen, entschloß ich mich am 13. November 1906 zur Neureinzüchtung der Diatomee von *Fucus*-Fragmenten.

Dabei kam mir eine Erfahrung zustatten, die ich bei meinen Studien über die Bewegung[3] und Schleimbildung[4] der *Nitzschia putrida* gemacht hatte. Die Diatomeen haben nämlich die Eigentümlichkeit, sich, wenn sie in einem Tropfen Triester Meerwasser aufgeschwemmt und dann 1 Minute ruhig stehen gelassen werden, mit einem Schleimklümpchen auf dem Objektträger festzuheften Man gibt also das Rohmaterial in einen Tropfen frischen Meerwassers auf den Objektträger, läßt 1 bis 2 Minuten ruhig stehen, gießt dann aus einem Schälchen frisches Meerwasser darüber oder bläst aus einer Spritzflasche mit Meerwasser einen Strahl auf den Objektträger und schwemmt auf diese Weise alle groben Verunreinigungen und, wie die Erfahrung lehrte, auch fast alle Bakterien vom Glase ab. Haften bleiben fast nur die Diatomeen. Auf diese Art kann man sich in sehr einfacher Weise »Reinpräparate« der farblosen Diatomeen herstellen. Man braucht jetzt nur den Objektträger mit der Oberseite nach unten in eine Petrischale auf erstarrtes Agar zu legen, das man in der Weise hergestellt hat, daß 18 *g* Agar nach halbtägiger Quellung ohne Wässerung in 1000 cm^3 Triester Meerwasser gelöst wurden, oder über das Agar rasch wegzuziehen und kann dann in wenigen Tagen bereits die prächtigsten Reinkulturen auf einem solchen Agar erhalten. Die Geschichte der zweiten Reinkultur ist also bedeutend weniger verwickelt als die der ersten:

Am 13. November 1906 Gewinnung von Objektträger-»Reinpräparaten« nach der angeführten Methode; Übertragen der Objektträger auf erstarrtes Meerwasseragar. Am 15. November bereits die ersten mikroskopischen Kolonien. Am 20. November wurde die Diatomee nochmals auf einem Agarstückchen überimpft und am 22. November war die zweite Reinzucht gewonnen.[5] Die Länge der isolierten Diatomee betrug 48·9 μ.

Von Verwendung von SH_2-Gas ist dabei gar keine Rede, womit seine Entbehrlichkeit auch für die Reinzucht erwiesen erscheint.

Bei der Reingewinnung kommt dem Beobachter die Diatomee noch in einer anderen Weise außerordentlich entgegen. Sie bewegt sich nämlich in diesen ersten Stadien der Kultur, solange sie noch die Nitzschiengestalt[6] hat — daß dies anders werden kann, wird später[3] dargetan werden — außerordentlich lebhaft und zieht mit Hilfe ihres agarlösenden Fermentes[7] von der Impfstelle aus weite Bogen im Substrate. Überträgt man z. B. ein kleines Stückchen Agar mit farblosen Diatomeen auf eine sterilisierte Platte von Meerwasseragar, so kann man fast mit Bestimmtheit erwarten, daß tags darauf wenigstens einige von

---

[1] Beijerinck M. W., Kulturversuche mit Zoochlorellen, Lichenogonidien und anderen niederen Algen. Bot. Zeitung 1890 p. 725 ff.

[2] Beijerinck M. W. und van Delden, Über eine farblose Bakterie, deren Kohlenstoffnahrung aus der atmosphärischen Luft herrührt. C. f. B. u. P., Abt. II, 1903, Bd. X, p. 33.

[3] Vgl. Kapitel XIV, p. 76 [732].

[4] Vgl. Kapitel XV, p. 78 [734].

[5] Man kann nun die Kette der Abimpfungen und damit die Geschichte des Materials jeder einzelnen Impfung in der Weise darstellen, daß man das Datum jeder folgenden Impfung mit dem der früheren durch einen auf das folgende hingerichteten Pfeil verbindet, so daß sich in unserem Falle die Geschichte der zweiten Reinzucht derart ausdrücken läßt: 13./XI. → 15./XI. → 20./XI. → 22./XI. 1906.

[6] Vgl. Kapitel XIX, p. 91 [747].

[7] Vgl. Kapitel X, *b*, p. 43 [699].

den Nitzschien 1 bis 2 *cm* von der Impfstelle vorgedrungen sind. Diese besonders beweglichen Individuen liegen in der Regel völlig allein. Man kann nun mit einer Platinöse oder einem Platinspatel das betreffende Agarstückchen mitsamt der darauf sitzenden *Nitzschia* herausschneiden und auf eine sterilisierte Agarscheibe übertragen und erhält auf diese Weise Einzell-Reinkulturen.

An diesem Beispiele zeigt sich wieder, wie man jeden Organismus erst genau studieren muß, um die geeignetste Reingewinnungsmethode angeben zu können, weil erst die lange Beschäftigung mit dessen Physiologie die Möglichkeit an die Hand gibt, ihn seiner Eigenart entsprechend zu behandeln. Dies sei besonders Methoden gegenüber hervorgehoben, die auch zu »Einzell«-Kulturen[1] führen und vorzüglich für die Reinzucht von Hefen sind, für die farblosen Diatomeen aber als absolut unverwendbar bezeichnet werden müssen. Wollte man, wie es Lindner[2] z. B. mit seinen sporenbildenden Hefen tut, die Diatomeen antrocknen lassen und dann aussuchen und übertragen, so hätte man sie eben schon getötet, ehe man sie geimpft hätte. Die Empfindlichkeit der farblosen Diatomee scheint es geradezu zu fordern, daß man sie auf Agarstücken überträgt, weil sich wiederholt herausgestellt hat, daß das bloße Impfen mit der Nadel zu keinem Ergebnisse geführt hat. Die haften gebliebenen Diatomeen dürften dabei durch das Überstreichen der Nadel und den wenn auch sehr geringen Druck so stark hergenommen worden sein, daß sie sich nicht mehr erholen konnten.

Nach dieser Methode wurde bei dem zweiten Reinzuchtversuch vom 13. November, am 16. November 1906 eine Einzell-Kultur[3] hergestellt und damit die zweite Reinkultur, die ich besitze, gewonnen.

Das Vordringen bis zur Einzell-Kultur war deshalb so notwendig, weil die Fragen nach der Teilungsgeschwindigkeit und die nach der Variationsfähigkeit der Diatomee, Fragen, die sich bei der Beschäftigung mit der farblosen Kieselalge unwillkürlich aufdrängten und Antwort heischten, ohne sie unmöglich exakt zu beantworten waren.

Der Umstand endlich, warum ich bei der Methode der Reingewinnung etwas länger verweilte und ausdrücklich die beiden Wege der Reinzucht, die zum Ziele führten, beschrieb, hat seinen Grund in der Tatsache, daß ich Diatomeen beider Reinzuchten besitze, von denen die ersten bereits Veränderungen ihrer Gestalt durchgemacht hatten, die denen der zweiten Zucht vielfach erst bevorstanden und Hand in Hand damit die der ersten Zucht Kolonieformen auf den verschiedenen Kulturmedien aufwiesen, die den anderen abgingen usf., so daß die betreffenden Diatomeen und ihr Verhalten nur dann richtig verstanden werden konnten, wenn man gleichzeitig ihre Herkunft aus der ersten oder zweiten Reinzucht berücksichtigte. Doch war es nicht nötig, eigene Ausdrücke dafür einzuführen, da die p. 7 [. .], Note 5 angegebene Bezeichnungsweise auch darüber völlig Aufschluß gibt, je nachdem die Datenreihe mit den Monaten März, April oder November 1906 beginnt. Derzeit, also bei Abfassung des Manuskriptes, haben sich übrigens auch schon bei den Individuen der zweiten Reinzucht die angedeuteten Veränderungen eingestellt.

Gemeinsam ist beiden Wegen zur Reingewinnung die Tendenz, mit möglichst geringen Mengen für Bakterien verwertbarer organischer Substanz zu arbeiten, um die Diatomeen den Bakterien gegenüber

---

[1] So sollen in der Folge Reinkulturen, die aus einer einzigen Zelle hervorgegangen sind, der Kürze halber genannt werden. Vgl. Lafar Fr., Spezielle Physiologie etc., l. c., p. 109.

[2] Lindner P., Berlin, Über einige neuere biologische Methoden im Dienste des Gärungsgewerbes. Jahresbericht d. Ver. der Vertreter der angew. Bot. Tagung zu Hamburg, p. 104. — Über andere Methoden der Einzellkultur, vergl. Küster E., Anleitung zur Kultur der Mikroorganismen 1907, Verlag bei Teubner, Leipzig, p. 55, und Richter Oswald, IV. Die Bedeutung der Reinkultur, 1907, Berlin, Verlag bei Gebr. Bornträger, p. 110.

[3] Auch Benecke (l. c., p. 563) und Karsten (l. c., p. 428) gelang es ab und zu, eine einzige Diatomeenzelle im Hängetropfen zu fangen. Doch ist die eben beschriebene Methode von der der beiden Autoren etwas verschieden, wie wohl einleuchtet, wenn man bei Benecke liest:

»Es mußte dem Zufall überlassen bleiben, wie viele Nitzschien in eine Kultur hinein gerieten, nicht selten gelang es, ein einziges Individuum in einem Tropfen zu erhalten, abgesehen natürlich von den gleichzeitig vorhandenen Bakterien.«

in Vorteil zu bringen; gemeinsam ist beiden die Verwendung des Agar, dessen Widerstandsfähigkeit gegen Bakterienwirkung gerade in so schwierigen Fällen nicht hoch genug angeschlagen werden kann; verschieden sind sie nur dadurch, daß die zweite mit ungewässertem Agar arbeitet, dafür die Diatomeen von allem organischen Rohmaterial abspült, die erste aber den Mangel an gut assimilierbaren Stoffen im gewässerten Kochsalzmineralagar durch das Eintragen des stark verunreinigten Rohmaterials kompensiert. Die dadurch hervorgerufene Schwierigkeit einer starken Bakterienverunreinigung mag durch den verwendeten SH_2 wieder ausgeglichen worden sein.

Es ist nach dem Gesagten wohl gar keine Frage, daß man sich von jetzt ab nur der zweiten, sicherer und rascher zum Ziele führenden, auch bedeutend saubereren Methode bedienen wird.

Will man somit von Triester Algenfragmenten rasch farblose Diatomeen reinzüchten, so verfahre man wie folgt:

18 *g* Agar-Agar werden in 1 *l* Triester Meerwasser 1/2 bis 1 Tag quellen gelassen und dann im selben Wasser gelöst, filtriert und in Eprouvetten eingefüllt. Man gieße dann Agarplatten in Petrischalen und lege die nur mit Diatomeen versehenen Objektträger, von denen die Rede war, auf das Agar oder streife sie vorsichtig darauf ab. Nach 2 Tagen hat man die ersten Kolonien.

Es mag zum Schlusse dieses Kapitels nur noch hervorgehoben werden, daß bei den für die »Einzell«-Kultur so bedeutungsvollen weitausholenden Kriechbewegungen vielleicht die von Provazek[1] und Benecke[2] beobachtete positive Chemotaxis der Diatomeen in Betracht kommt, die eben bei dem relativ bedeutenden Mangel an gut nährender organischer Substanz in einem nach obiger Vorschrift bereiteten Agar besonders zum Ausdrucke kommen mag. Die Diatomeen mögen von dem durch ihre Tätigkeit ausgebrauchten Gebiete weg, aus ihrer gegenseitigen Konkurrenzsphäre fort in neue unausgenützte, also peripher gelegene Zonen kommen wollen und so dem Züchter die Zellreinzucht leicht machen.

Ist man einmal zur Reinzucht vorgedrungen, so kann man selbstverständlich mit reichlichem organischen Zusatze arbeiten — es erwiesen sich Pepton-, Dextrin- und Leuzinzusatz als außerordentlich vorteilhaft — und erhält dann prächtige, mit Diatomeen übersäte Kulturen. Es fragt sich nur, welches Substrat dafür am geeignetsten ist und die Antwort auf diese Frage setzt wieder die Kenntnis der Gesamtphysiologie der Diatomee voraus, auf die zunächst eingegangen werden soll.[3]

---

1 Provazek S., *Synedra hyalina*, eine apochlorotische Bacillarie. Österr. bot. Zeitsch., 1900, L. Jg., Nr. 3, p. 69.

2 Benecke W., l. c., p. 554.

3 Ich habe wiederholt bei meinem Reinzuchtmaterial vergebens versucht, die Diatomeen, insbesondere zur Zeit, wo sie noch beweglich waren, nach der Pfeffer'schen Methode in Kapillaren zu fangen, doch habe ich offenbar die richtige Konzentration der Kapillarflüssigkeit, welche infolge der mit dem Übertragen der Diatomeen in Triester Meerwasser-Pepton-Dextrin bedingten Verschiebung der Reizschwelle nach oben bedeutend hätte erhöht werden müssen, damals nicht angewendet. Im übrigen vergl. W. Pfeffer, Lokomotorische Richtungsbewegungen durch chemische Reize. Unters. aus d. Bot. Institut zu Tübingen. Leipzig. 1881—1885, p. 401.

II. Die Notwendigkeit des Natriums für die farblose Meeresdiatomee Nitzschia putrida Benecke.

Schon mit den reingezüchteten Süßwasserdiatomeen wurde eine größere Menge Versuche gemacht,[1] die ihre Anpassungsfähigkeit an höhere Kochsalzkonzentrationen überprüfen sollten und zu dem interessanten Ergebnisse führten, daß sie 1·5% ClNa noch ohne Schwierigkeit zu ertragen vermögen, während 2% Kochsalz als obere Grenze des Kochsalzzusatzes angesehen werden kann. Eine Rückimpfung auf Gelatine niederen Kochsalzgehaltes brachte stets prächtige Entwicklung hervor. Eine langsame Gewöhnung an den niederen ClNa-Gehalt ist dabei ebenso unnötig wie an den höheren, wenn von kochsalzfreiem auf kochsalzhältigen Nährboden überimpft wird.

Auch mit speziesrein gezüchteten braunen Meeresdiatomeen[1] sind analoge Experimente gemacht worden, die ergaben, daß sie selbst auf einem Agar, das nur 1% Kochsalz enthielt, noch sehr schöne Entwicklung aufwiesen.

Die farblose *Nitzschia* war nun gleichzeitig die erste absolut rein gewonnene Meeresdiatomee, weshalb es nur natürlich war, daß gerade der Frage nach der Rolle des Kochsalzes in ihrer Ernährung eine größere Aufmerksamkeit gewidmet wurde.[2] Dabei war zunächst festzustellen, ob das Kochsalz notwendig ist, und wenn ja, war nachzusehen, ob es lediglich die Rolle eines osmotischen Faktors besitzt oder aber als Nährsubstanz betrachtet werden muß.

Es gelang bisher nicht, bei direkter Überimpfung der rein gezüchteten farblosen Diatomee auf kochsalzfreie Nährböden auch nur eine Spur von Entwicklung zu erzielen. Damit war die erste Hauptfrage beantwortet und es fragte sich nun, welche Rolle wohl das ClNa bei der Ernährung spiele.

Doch ehe ich auf die Versuche und ihre Ergebnisse genauer eingehe, seien die beiden Möglichkeiten von der Bedeutung des ClNa als osmotischer Faktor und als Nährstoff kurz diskutiert.

Was zunächst die zweite Möglichkeit anlangt, so ist bisher weder das Na noch das Cl je als unumgänglich notwendig erkannt worden. Zwar findet man in Anbetracht der Allgegenwart des ersten Stoffes das Na bei jeder Pflanzenanalyse vor, doch haben die Ernährungsversuche zweifellos seine Entbehrlichkeit für die höheren und bisher auch für die niederen Pflanzen dargetan.[3] Es verhält sich übrigens den meisten Pflanzen gegenüber insoferne völlig indifferent, als es bei Zusatz in nicht allzugroßer Menge das Kulturobjekt weder merklich fördert noch schädigt.[4]

Das Chlor hinwiederum scheint, gewissen Nährlösungen, so der von Sachs, als ClK zugesetzt, sehr geeignete Umsetzungen in der Flüssigkeit zur Folge zu haben, so daß es wiederholt zu

---

[1] Richter Oswald, I, l. c., p. [81 und 82] 55 und 56.

[2] Richter Oswald, V., Über die Notwendigkeit des Natriums für eine farblose Diatomee. Wiesner-Festschrift. Verlegt bei Carl Konegen, 2. September 1907, p. 167.

[3] Vergl. Pfeffer W., Pflanzenphysiologie, 2. Aufl., I. Bd., Leipzig 1897. Verlag von W. Engelmann, p. 404, 408, 415, 425, 429, 434. Molisch H., Die Ernährung der Algen I. Separatabdruck der Sitzungsberichte der kais. Akad. d. Wiss. in Wien, Bd. CIV, Abt. I, Oktober 1895, p. 17 [799]. — Jost L., Vorlesungen über Pflanzenphysiologie, II. Aufl. Jena 1908, Verl. v. G. Fischer, p. 97.

[4] Es soll hier nicht unerwähnt bleiben, daß gewisse Pflanzenkeimlinge, die in Töpfen gezogen, mit Kochsalzlösungen verschiedenen Prozentgehaltes begossen wurden, unter Umständen gegenüber den Kontrollkeimlingen auch eine Förderung im Längenwachstum aufweisen können, im allgemeinen übt das ClNa aber bei höheren Konzentrationen einen entschieden hemmenden Einfluß aus. — Wyplel M., Über den Einfluß einiger Chloride, besonders des Natriumchlorids auf das Wachstum der Pflanze. Separatabdruck aus dem XXII. Jahresberichte des niederösterr. Landes-Realgymnasiums in Waidhofen a. d. Thaya, 1891, p. 26 und 44.

diesem Behufe empfohlen worden ist. Als notwendig im eigentlichen Sinne des Wortes ist auch das Cl meines Wissens niemals erkannt worden.[1]

Ganz anders steht es um die erste Möglichkeit. Man hat sich daran gewöhnt, anzunehmen, daß alle Meerespflanzen Kochsalz als osmotischen Faktor brauchen. Eine Meeresperidinee, in Süßwasser gelegt, stirbt momentan. Die meisten Leuchtbakterien wachsen als halophile Organismen nicht, wenn man sie in kochsalzfreie Nährlösung überträgt, gedeihen aber prächtg, wenn man sie statt auf ClNa-, auf ClK-, KNO_3-u. s. f.-haltigen Nährböden kultiviert, die einem ClNa-Nährboden mit 3% ClNa isosmotisch sind.[2]

a) Versuche zur Ermittlung der Grenzkonzentrationen des ClNa, die von der Nitzschia putrida Benecke vertragen werden, und zur Ermittlung des Optimums für ihre Entwicklung.

Zur Ermittlung der unteren Grenzkonzentration des ClNa, bei der noch eine Entwicklung der farblosen Diatomee stattfindet, wurden zunächst einige Versuche durchgeführt, bei denen das Kochsalz in den Mengenverhältnissen 0·5, 1, 1·5, 2, 2·5 und 3% in Anwendung kam und zu der betreffenden Stammgelatine oder dem benutzten Stammagar zugesetzt wurde. Da von jedem Versuche 4 Strich-, 2 Stich-, 2 Schüttel-, 1 Platten- und eine Kölbchenkultur gemacht wurde, erscheint jeder Teilversuch aus zehn Einzelversuchen zusammengesetzt, so daß ein gleichartiges Ergebnis bei den Einzelversuchen gleicher Konzentration wohl den Anspruch auf Gültigkeit erheben darf.

Da es für bestimmte andere, später noch zu besprechende Versuche von großer Bedeutung war, mit möglichster Genauigkeit auch die Kochsalzmenge zu kennen, die gerade noch, und auch jene, die schon nicht mehr das Wachstum der Diatomee zuließ, wurde am 15. und 17. Mai 1908 der folgende Versuch in Gang gesetzt.

Ein Agar, das auf 1000 Teile destillierten Wassers 18 *g* gewässerten Agar-Agars enthielt und dem

0·2 *g* $CaCl_2$,
0·05 *g* $MgSO_4$,
0·2 *g* K_2HPO_4 und
eine Spur $FeSO_4$

zugesetzt worden waren, wurde in 3 Teile geteilt, von denen der erste 0·1% Leuzin, der zweite 0·2‰ KNO_3 und der dritte nach der Methode von Eijkmann und Hastings[3] 1% Milch als Stickstoffquelle erhielt.

Jeder der Teilversuche bestand wieder aus neun Partien, die sich durch den Kochsalzgehalt von einander unterschieden; es waren vertreten: 0, 0·1, 0·2, 0·3, 0·4, 0·5, 1, 2, 3% ClNa. Einen raschen Überblick über die Versuchsanordnung dürfte man durch einen Blick auf die Tabelle I (VII. Versuch) erhalten. Jede der neun Partien bestand, abgesehen von den Kontrollagars ohne ClNa-Zusatz aus je zwei Ausgußplatten und je drei Eprouvettenstrichkulturen, so daß also jeder Befund in der ClNa-Frage entsprechend der Dreiteilung des Versuches durch 3×5, also 15 Einzelexperimente bekräftigt war.

Die Impfung des gesamten Leuzin- und Milchversuches erfolgte am 15. Mai, die des KNO_3-Teilversuches am 17. Mai 1908 direkt von Triest. Meerw. P D A.[4] mit Var. *longa* des Lichtversuches vom 9. Mai 1908 »gelbes Licht«.[5]

Um nun auch noch unter gleichzeitiger Bestätigung der bisher gewonnenen Resultate die obere Grenze für die Kochsalzgaben und damit auch ganz klar die optimale ClNa-Konzentration zu ermitteln, wurden die angeführten Experimente dahin abgeändert, daß das ClNa in den Mengenverhältnissen 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 und 10% zu der Kulturgelatine zugesetzt wurde (vergl. die Figuren 1 bis 3, Taf. I und II).

---

[1] Vergl. dazu die übertragene Anwendung dieses Wortes mit Bezug auf das Chlor bei Pfeffer W., Pflanzenphysiologie, l. c., I. Bd., p. 408. Nach Wyplel, l. c., p. 26, soll KCl in den von ihm verwendeten Konzentrationen das Längenwachstum immer ungünstig beeinflussen. — Derselbe, Weitere Versuche über den Einfluß der Chloride auf das Wachstum der Pflanze. Ebenda, XXIII. Jahrg., 1892. — Vergl. auch seine eingehenden Untersuchungen »Über den Einfluß einiger Chloride, Fluoride und Bromide auf Algen. Ebenda, XXIV. Jahrg., 1893.

[2] Molisch H., Leuchtende Pflanzen. Jena 1904, Verlag von G. Fischer, p. 89.

[3] Vergl. Kapitel X, p. 41 [697].

[4] Vergl. Kapitel VI, p. 27 [683].

[5] Vergl. Kapitel XII, p. 50 [706].

1. Die tabellarischen Zusammenstellungen der Ergebnisse

dieser Versuche finden sich auf Tabelle I.

2. Zusammenfassung der Ergebnisse der Versuche über die Grenzkonzentrationen des ClNa und die optimalen Kochsalzdosen für die Zucht der Nitzschia putrida Benecke.

1. Kochsalzmangel im Nährsubstrate verhindert jede Entwicklung, desgleichen Gaben von 7 bis 10% ClNa.

2. Die erste zweifellos bei Leuzin als Stickstoffquelle beobachtete, oft recht reichliche Entwicklung wurde in den durchgeführten Versuchen bei 0·3% ClNa bemerkt. 0·1 und 0·2% ClNa ermöglichen bei Leuzin, Milchkaseïn oder KNO_3 als Stickstoffquelle nicht mehr das Wachstum der farblosen Diatomee. Diese Tatsache wird deshalb so sehr betont, weil sie die Basis für einen der späteren Versuche gebildet hat, der über die Notwendigkeit des Na als Nährelement und dessen partielle Vertretbarkeit durch andere Stoffe eine entsprechende Aufklärung geben sollte.[1] Es erscheint somit 0·3% ClNa nach den bisherigen Erfahrungen als die untere Grenze für die Entwicklungsfähigkeit der *Nitzschia putrida.*

3. Analog kann 6% ClNa als die obere Grenze für das Gedeihen der Diatomee angesehen werden. Damit sind Konzentrationen mit positivem Ergebnisse in Anwendung gebracht worden, wie sie A. Richter [2] und K. Techet [2] bei ihren Algenversuchen erwähnen.

4. Um 2 bis 3% ClNa liegt das Optimum für die Entwicklung der rein gezüchteten farblosen Diatomee. Bei den übrigen Konzentrationen bemerkt man von 0·3 gegen 2 bis 3% im großen und ganzen proportional zur stärkeren Kochsalzzugabe eine bessere, von da ab bei noch größeren Kochsalzmengen proportional zur höheren Konzentration eine geringere Entwicklung.

Die Tatsache, daß die *Nitzschia putrida* ohne Schwierigkeit auf Nährböden mit Kochsalzgaben von 0·3 bis 6% gezogen werden kann, beweist eine ungemein weitgehende Anpassungsfähigkeit der Diatomee an die verschiedensten Kochsalzkonzentrationen und läßt sie uns vom biologischen Standpunkte als für den »Kampf ums Dasein« außerordentlich gut ausgerüstet erscheinen.

Diese Widerstandsfähigkeit gegen Schwankungen im Kochsalzgehalte gewinnt insbesondre dadurch an Interesse, daß die Diatomee sie erträgt, ohne jede vorhergegangene Gewöhnung an allmähliche Veränderungen in den ClNa-Gaben nach oben oder unten. Sie verhält sich somit in dieser Beziehung analog wie die *Nitzschia Palea* Kütz., die *Navicula minuscula* Grun. und die speziesrein (d. h. noch mit Bakterien verunreinigt) gezüchteten braunen Meeresdiatomeen,[3] übertrifft sie aber darin entschieden.

Da die braunen Meeresdiatomeen bisher im äußersten Falle auf 1% ClNa gezogen werden konnten, die farblose *Nitzschia putrida* aber auf 0·3% ClNa auch noch recht gut gedeiht, übertrifft sie sie auch weitaus bezüglich der unteren Grenzkonzentration für ihre Entwicklung.

5. Eine besondere Besprechung verdient noch der Versuch V der Tabelle I, bei dem bei der Impfung auf verschiedene Prozentsätze von Kochsalz drei verschiedene Varietäten [4] der farblosen Diatomee, die Var. *longa*, *naviculaeformis* und *siliginea*, in Verwendung kamen, es ist das durch die Bezeichnungen *v. l.*, *v. n.* und *v. s.* in der Tabelle I angedeutet. Man sieht zunächst, daß sich alle drei zu den gebotenen Kochsalzmengen völlig analog verhalten, daß aber die Var. *longa*, wie die dunkle Schummierung in den ihr

---

1 Vergl. p. 14 [670].

2 Vergl. Richter Oswald, I, l. c., p. [79] 53, und die neueren Untersuchungen von Artari A., zitiert p. 16 [672]. Der Einfluß der Konzentrationen etc. II., l. c., mit Reinkulturen von *Chlorella communis* und *Stichococcus bacillaris* erreichen natürlich, weil die Objekte Süßwasserorganismen sind, nicht 6%, p. 199 und 206 (5%, beziehungsweise 3% ClNa).

3 Richter Oswald, I, l. c., p. [82] 56.

4 Vergl. das Kapitel XIX, p. 96 [752].

zugewiesenen Kolonnen andeutet, von allen drei Varietäten für solche Experimente die geeignetste ist.

6. Wiederholt wurden sehr auffallende Formveränderungen an den farblosen Diatomeen in Kulturen niederen Kochsalzgehaltes beobachtet, worauf noch in zwei späteren Kapiteln [1] zurückgekommen werden muß (vergl. Fig. 27, Taf. IV).

Dabei geht Hand in Hand mit der Gestaltsänderung auch eine Veränderung in der Wuchsform der Kolonie vor sich, die in der Photographie Fig. 1 der Taf. I, Fig. 2, Taf. II, unschwer erkannt werden kann.

b) Versuche über die Bedeutung des ClNa für die Nitzschia putrida Benecke.

1. Versuche, insbesondere mit verschiedenen Chloriden.

Um nun zu erfahren, welche Bedeutung das ClNa für die farblose *Nitzschia* besitzt, wurden zunächst eine Anzahl Versuche mit isosmotischen Mengen verschiedener Substanzen durchgeführt.

Zu einem Stammagar, dessen Zusammensetzung aus der Tabelle zu ersehen ist, wurde ClK, Cl_2Mg, Cl_2Ca, KNO_3, $MgSO_4$, Leuzin, Inulin und Traubenzucker zugefügt, in äquivalenten Mengen mit 3%, bei zwei nächsten Versuchen mit 2 und 1% ClNa und mit dem Stammagar als Kontrolle geimpft. [2]

Jede Impfung war mit vier Strich- und zwei Stichkulturen in Eprouvetten ausgeführt. Außerdem wurden stets je zwei Ausguß- und zwei Strichkulturplatten von jeder Art hergestellt, so daß das Ergebnis stets eigentlich zehn gleichartigen Einzelergebnissen entspricht.

Die verschiedenen Prozentsätze des ClNa in den drei aufeinanderfolgenden Versuchen wurden deshalb gewählt, weil dem Einwande begegnet werden mußte, daß vielleicht die absoluten Konzentrationen der isosmotischen Mengen gewisser Substanzen bei 3, beziehungsweise 2% ClNa als Ausgangspunkt zu hoch und dadurch giftig geworden sein konnten.

Da nun, wie gesagt, alle Sustanzen in äquivalenten Mengen zugesetzt waren, der osmotische Druck also in fast allen Lösungen der gleiche war, hätte, wenn ClNa lediglich als osmotischer Faktor wirken würde, überall eine mehr oder minder gleichartige Entwicklung stattfinden müssen, wenn die hohe Konzentration allein nicht schon schädigend wirken kann.

Eine Entwicklung fand tatsächlich nicht statt, vielmehr zeigten sämtliche Versuche übereinstimmend nur dort Entwicklung, wo Kochsalz zugesetzt worden war, sonst nirgends (vergl. Tabelle II_1).

Damit ist zunächst ganz zweifellos erwiesen, daß das ClNa nicht so sehr als osmotischer Faktor wie vielmehr als Nährsubstanz in Frage kommt. Und damit ist sofort die Frage aufgerollt, welches von beiden, das ClNa zusammensetzenden Elementen von der farblosen *Nitzschia* benötigt wird

Auch darüber bieten schon die angeführten Versuche einigen Aufschluß: In den Zugaben ClK, Cl_2Mg, Cl_2Ca und ClNa erscheint überall das Cl vertreten. Und doch hat Entwicklung nur im ClNa stattgefunden. Es konnte somit das Chlor nicht das Maßgebende für die Entwicklung gewesen sein.

Deshalb läßt sich aus den besprochenen Versuchen vorläufig schon der berechtigte Schluß ziehen:

Das Na des Kochsalzes scheint für die rein kultivierte farblose Meeresdiatomee notwendiges Nährelement zu sein.

---

[1] Vergl. das Kapitel III. p. 20 [676] und XIX, p. 101 [757].

[2] Dabei kam das $CaCl_2$ als wasserfreies Pulver, das $MgCl_2$ und $MgSO_4$ als kristallisiertes Salz in Verwendung. Da nun bei Verbindungen mit Kristallwasser wie $MgCl_2$ und $MgSO_4$ die Konzentration der Nährböden durch die notwendige Einbeziehung desselben in die Berechnung ins ungeheuerliche steigt, wurde in der Folge mit um so größerer Beruhigung, als diese Maßregel, wie die Versuche mit den verschiedenen Prozentsätzen zeigten, für den Effekt völlig belanglos war, von der Mitberechnung des Kristallwassers auch bei anderen Salzen wie Na_2SO_4 abgesehen. Es sei übrigens bemerkt, daß gerade in den vorliegenden Versuchen die verwendeten Substanzmengen isosmotisch waren.

Das ist ein sehr auffallendes und aller Erwartung zuwiderlaufendes Ergebnis, gegen dessen Gültigkeit ich mich lange sträubte. Wenn ich diesen Meinungswechsel erwähnt habe, so tat ich es hauptsächlich deshalb, weil ich glaube, daß seine Erwähnung mit Rücksicht auf die Zähigkeit, mit der man an einer eingewurzelten Anschauung festhält, geeignet schien, für die Richtigkeit der neuen Befunde zu sprechen.

Ein anscheinend widersprechender Versuch.

Zunächst schien der eben angeführten, allmählich sich zur Gewißheit kondensierenden Ansicht ein Versuch, der mit Gelatine durchgeführt worden war, einigermaßen zu widersprechen.

Eine Stammgelatine, deren Zusammensetzung aus der Tabelle II ersichtlich ist, wurde mit je 2% von ClNa, ClK, Cl_2Ca und Cl_2Mg versetzt. Jeder Versuch war mit je drei Strich- und drei Stichkulturen ausgeführt. Die Impfung erfolgte am 15. Dezember 1906. Am 3. Jänner 1907 hatte die Diatomee in 2% ClNa in allen sechs Eprouvetten bereits ihr Maximum erreicht, in ClK war keine, in Cl_2Ca in einer Eprouvette (Strichkulturen) eine sehr geringe, in $MgCl_2$ in zwei Eprouvetten spurenweise Entwicklung, in zweien die erste Andeutung eines Wachstums, in zweien aber recht reichliche Entwicklung zu bemerken.

Am 15. März hatte sich dann das Bild dahin geändert, daß noch in zwei weiteren $CaCl_2$ Eprouvetten-Entwicklung eingetreten war und in $MgCl_2$ ein recht reichliches Wachstum Platz gegriffen hatte (vergl. die Tabelle II_3).

Um aber doch einen Begriff zu geben, wie groß trotz alledem der Unterschied zwischen einer NaCl- und der die stärkste Entwicklung zeigenden $MgCl_2$-Eprouvette war, sind die beiden aufgenommen und auf Taf. II in Fig. 4 und 6 wiedergegeben worden.

Zu der Versuchsanstellung mag noch ergänzend bemerkt werden, daß in Anbetracht der Verwendung von Gelatine von der Benutzung Merck'scher Reagenzien für die Zusätze abgesehen wurde.

Da weitere neue Versuche mit gewässertem und dann erst zum Versuch verwendeten Agar, dem nur reinste Reagenzien zugesetzt worden waren, stets die Entwicklung bloß in ClNa, nie in den anderen Chloriden zeigten, konnte dieser Versuch zumal mit Rücksicht auf die Photographien Fig. 4 und 6 nicht als widersprechend angesehen werden, vielmehr mußte seine Erklärung am einfachsten wie folgt sein:

Zunächst konnte eine Verunreinigung des verwendeten $MgCl_2$ und $CaCl_2$ zur Erklärung herangezogen werden.

Es konnte aber auch zweitens angenommen werden, daß mit Rücksicht auf die Ergebnisse der unter *a)* besprochenen Versuche, die Gelatine wohl selbst nicht hinreichend NaCl enthielt, um allein die Entwicklung zu gestatten, daß die als Verunreinigung vorhandenen NaCl-Mengen aber ein Wachstum ermöglichen, wenn durch $MgCl_2$ oder $CaCl_2$ die osmotischen Verhältnisse geregelt werden.

Zur Überprüfung dieser Ansicht wurde am 13. und 14. Juni 1908 ein großer, aus zwei Teilkolonnen bestehender Versuch durchgeführt, dessen Gliederung gleichfalls in Tabelle II_4 eingesehen werden mag.

Das Stammagar hatte die folgende Zusammensetzung: 1000 T. H_2O, 18 *g* gewässertes Agar, 1 *g* Leuzin, 0·1 *g* K_2HPO_4, 0·05 *g* $MgSO_4$, 0·05 *g* $CaCl_2$, Spur $K_2Si_2O_5$, Spur $FeSO_4$.

Das Agar enthielt also von vornherein spurenweise (0·05 *g* ‰) Calciumchlorid. Die zwei Teilversuche waren nun in der Art voneinander unterschieden, daß der erste keinen ClNa-Zusatz zur Stammlösung bekam, der zweite aber mit 0·2% ClNa versehen wurde. Der zweite Teilversuch war also sozusagen eine künstliche Nachahmung der in einer Gelatine vermuteten Verhältnisse: eine Überprüfung des Ergebnisses über die Natriumernährung bei Verunreinigungen mit Chloriden verschiedener Art (hier $CaCl_2$ und NaCl).

Vergleicht man nun den Versuchseffekt in der Tabelle, so bemerkt man, daß man hier im Agar- wie dort im Gelatineversuch einen ganzen Monat warten mußte, bis man in den mit 2prozentigen Lösungen von KCl, $MgCl_2$, $MgSO_4$ versetzten Nährböden eine schwache Entwicklung bemerken konnte; doch war sie hier wie dort unzweifelhaft.

Dagegen konnte im Kontrollteilversuch außer in NaCl und $NaNO_3$, von dessen Bedeutung für die Ernährung sofort gesprochen werden wird, bei keinem einzigen der zweiprozentigen Salzzusätze eine Entwicklung beobachtet werden.

Durch dieses Experiment erscheint also die Erklärung des vorigen Versuches richtig und die Tatsache erwiesen zu sein, daß bei möglichst weitgehender Entfernung jedes Kochsalzgehaltes, eine Bedingung, die in einem gewässerten Agar realisiert erscheint, weder bei ClK-, Cl_2Ca-, Cl_2Mg- noch bei KNO_3- und $MgSO_4$-Zusatz eine Entwicklung der Diatomee eintritt, sondern daß diese Entwicklung — und da nur in schwacher Form — zu bemerken ist, wenn die Stammlösung bereits Spuren von ClNa enthält, die für sich allein eine Entwicklung nicht ermöglichen würden. Man wird also kaum irregehen, wenn man sagt, daß beim Vorhandensein von Spuren von Na und nur dann die erwähnten Substanzen die Fähigkeit erlangen, durch osmotische Wirkung vielleicht, die sonst nicht mehr assimilierbaren Na-Mengen assimilierbar zu machen.

Gerade dieser Versuch aber hat mit seinem Ausfall und der exakten Bestätigung der älteren Experimente in seinem ersten Teilversuch in überzeugender Weise dargetan, daß man Fragen, wie die über die Notwendigkeit des Natriums für Meeresorganismen, nur mit Hilfe geeigneter Vorkehrungsmaßregeln, hier des gewässerten Agars, in anderen Fällen mit Nährflüssigkeiten zu lösen vermag.

Von diesem Standpunkte aus sind auch die bisherigen Befunde über die Bedeutung des ClNa für Meeresorganismen einer neuerlichen Prüfung zu unterziehen. Denn immer da, wo Gelatine oder sonst ein relativ komplizierter Nährboden in Verwendung kam, wird der eben angedeutete Einwand gemacht werden können.

Zum Schlusse mag hervorgehoben werden, daß der Versuch, abgesehen von der Mahnung zur Vorsicht, in Ergänzung der unter *a)* besprochenen Versuche, gelehrt hat, daß die *Nitzschia putrida* unter Umständen auch bei weniger als 0·3% ClNa zu gedeihen vermag.

Im Anschluß daran sei darauf hingewiesen, daß der sechste Versuch der Tabelle II noch deshalb ein besonderes Interesse beansprucht, weil er mit drei Varietäten der *Nitzschia putrida* durchgeführt wurde, die sich den gebotenen Salzen gegenüber durchaus analog verhielten. In derselben Art gewinnt der Versuch II der Tabelle II eine besondere Bedeutung in unserer Frage, weil er mit Parallelimpfungen der am 7. April in Reinkultur erhaltenen, durch Monate in derselben Schale aufbewahrten großen Form und der durch bis zum 15. Juni besorgten vielfachen Überimpfungen erzielten kleinen Form durchgeführt worden ist. Dabei mag gleich hervorgehoben werden, wie lange die Diatomee ohne Überimpfung in einer Kultur lebenskräftig zu halten ist, wofür die prächtige Entwicklung der Kulturen 7./IV. → 9./VII.[1] ein sprechender Beleg sind.

2. Versuche mit verschiedenen Natriumsalzen.

Die früher geäußerte Anschauung von der Notwendigkeit des Natriums als Nährelement gewänne natürlich sehr an Wahrscheinlichkeit, wenn es glücken würde, auch mit anderen Natriumsalzen eine Entwicklung der Diatomee zu erzielen.

Ob dies der Fall ist, mögen die folgenden Versuche klar machen.

Der erste Versuch nach dieser Richtung wurde mit äquivalenten[2] Mengen von Natronsalpeter, Natriumazetat, Natriumammoniumphosphat, Natriumkarbonat, doppeltkohlensaurem Natron, Natriumoxalat, Natriumphosphat und Natriumsulfat, 3% ClNa als Vergleichsmenge gedacht, ein zweiter mit zweiprozentigen Lösungen von Natronsalpeter, Natriumazetat*[3], Natriumdisulfit, Natriumthiosulfat, Seignettsalz, Natriumsulfat, Natriumaluminiat**, Natriumphosphat*, Natriumammoniumphosphat*, Natriumsulfit* Natriumoxalat**, Natriumbioxalat**, Natriumbikarbonat*, Natriumsalizilat und ClNa durchgeführt. Auch bei späteren einfacheren Versuchen mit ClNa, Na_2SO_4, $NaNO_3$ wurden stets 2% der Substanzen zugesetzt. Der erste war ein Versuch mit Agar, der zweite einer mit Gelatine, die späteren alle Agarversuche. Der erste wurde mit je zehn, der zweite mit je sechs Einzelimpfungen für jede Zugabe durchgeführt (vergl. Tabelle II_2).

---

[1] Über diese Bezeichnungsart vergl. Kap. I, p. 7 [663], Note 5.

[2] Dabei wurde bei den verwendeten Verbindungen das Kristallwasser nicht mit in die Berechnung einbezogen.

[3] Vgl. die Erklärung dieser Zeichen auf p. 16 [672].

Das Ergebnis fiel übereinstimmend dahin aus, daß nur bei ClNa- und $NaNO_3$-Zusatz Entwicklung stattfand, sonst nirgends. Dabei schien das ClNa eine bessere Entwicklung der farblosen Diatomee zu bedingen als das $NaNO_3$, indem in diesem noch eine mittlere Entwicklung zu sehen war, während in jenem die *Nitzschia putrida* bereits den Höhepunkt ihres Wachstums und ihrer Vermehrung erreicht hatte.

Gegen diesen Befund lassen sich nun noch einige nicht unwesentliche Einwände machen, deren Widerlegung erst die Giltigkeit des ausgesprochenen Satzes erweisen wird.

1. Konnte beim ersten Versuch wenigstens auf die zu hohe Konzentration der verwendeten Na-Salze hingewiesen werden, um das Unterbleiben jedweden Wachstums auf ihnen verständlich zu machen.

Dem gegenüber kann betont werden, daß im zweiten und in allen späteren Versuchen der betreffenden, gewiß rügbaren Fehlerquelle durch Verwendung lauter zweiprozentiger Lösungen vorgebeugt wurde.

2. Ist es höchst auffallend, daß eine ganze Anzahl anscheinend sehr passender Na-Quellen keine Entwicklung ermöglichen. Man betrachte in der Tabelle die Kolonnen des Natriumphosphats,[1] Natriumkarbonats usf.

Die Erklärung dieses Unterbleibens jedweder Entwicklung liegt bei den angeführten Beispielen im Alkali- oder Säuregehalt der betreffenden Verbindungen, beziehungsweise in der Reaktion der Nährsubstanz nach längerem Kochen mit den bezüglichen Zusätzen. Um diesen Fehler ersichtlich zu machen, wurden in der Tabelle unter die Bezeichnungen der Substanzen auch die auf den starken Alkali- oder Säuregehalt bezüglichen Bemerkungen, und früher schon im Texte durch ein oder zwei Sternchen angedeutet (* = sauer, ** = alkalisch), eingetragen.

Wenn man nun bedenkt, daß im Einklang mit den Erfahrungen an braunen Süßwasserdiatomeen [2] nur schwache Alkaleszenz das Gedeihen der *Nitzschia putrida* ermöglicht,[3] so ist die Unmöglichkeit, nach Zusatz der bezeichneten Substanzen zum Nährагаr, Wachstum zu erhalten, unschwer verständllich.

3. Nun reagiert aber Na_2SO_4 weder alkalisch noch sauer und doch findet in ihm keine Entwicklung statt.[4]

Auch dafür läßt sich eine plausible Erklärung finden. Bekanntlich sind nach den modernen Anschauungen der Chemie die Verbindungen, einmal aufgelöst, nicht mehr als solche, sondern ionisiert in der Lösung vorhanden. Wir sehen sofort, daß es bei dem relativ hohen Prozentsatz von 2% Na_2SO_4 zu einer relativ großen Anhäufung von SO_4-Ionen kommen muß, die giftig wirken kann. Sehr passend lassen sich gerade hier die Erfahrungen Benecke's [5] über die Wirkung von Na_2SO_4-Lösungen auf Spirogyren zum Vergleich heranziehen:

»Von den Na-Salzlösungen zeigte aber nur die Na_2SO_4-Lösung geschädigte Zellen, in der NaCl-Lösung waren alle Zellen so gesund, als in den mit $CaSO_4$ angesetzten Parallellösungen. Nach den in der Literatur vorliegenden Angaben wäre es falsch, daraus

---

1 Es ist mir sehr angenehm, hier auf ähnliche Erfahrungen mit Dikaliumhydrophosphat hinweisen zu können, Artari A. »Der Einfluß der Konzentrationen der Nährlösungen auf die Entwicklung einiger grüner Algen. II., Pringsh., Jahrb. f. wiss. Bot., 1906, XLIII, H. 3, p. 199. »Die starke Alkaleszens hindert also die Entwicklung ohne weiteres, die Hemmung durch die osmotische Wirkung ist jedoch gleichfalls bedeutend.«

2 Richter Oswald, I, l. c., p. [75] 49.

3 Siehe Kapitel V, p. 25 [681].

4 Ein Stoff wie Seignettsalz, der beim Gelatineversuch in Anwendung kam, hätte, was seine Neutralität anlangt, theoretisch auch eine Entwicklung ermöglichen können, doch zeigte sich, daß 2% des Stoffes — die angewendete Konzentration — schon so hoch war, daß einen Tag nach der Impfung sowohl Stich wie Strich geradezu mit Unmassen Kristallen erfüllt waren. Man könnte danach eine Seignettsalzgelatine geradezu zur Demonstration des Einflusses mechanischer Reize auf die Kristallisation empfehlen.

5 Benecke W., Über die Giftwirkung verschiedener Salze auf Spirogyra und ihre Entgiftung durch Calciumsalze. Ber. der deutschen bot. Ges., 1907, 25. Jahrg., H. 6, p. 329.

auf eine vollkommene Unschädlichkeit des Kochsalzes zu schließen, nur soviel kann gesagt werden, daß Kochsalz weniger schädlich als Natriumsulfat, d. h. das Ion Cl weniger schädlich als das Ion SO_4 ist.«

4. Daß endlich bei den verwendeten Giften wie Natriumdisulfit usf. keine Entwicklung stattfand, kann nicht wundernehmen.

Sonach bleibt von allen in Anwendung gebrachten Substanzen auch theoretisch nur mehr der Natronsalpeter als die dem NaCl in osmotischer und ernährungsphysiologischer Beziehung und in Hinsicht auf Reaktion nächststehende Verbindung übrig, auf der man eine Entwicklung und Vermehrung der *Nitzschia putrida* erwarten könnte. Ein Blick auf Tabelle II lehrt, daß tatsächlich im Natronsalpeter, aber auch nur hier, die Diatomeenentwicklung zu verzeichnen war. Das ist gleichzeitig der erste Fall, wo es gelang, Meeresdiatomeen kochsalzfrei zu ziehen. Es braucht wohl kaum eigens hervorgehoben zu werden, daß auch der Ausfall dieser Versuche beweist, daß nicht das Chlor, sondern das Natrium im Kochsalze für die Ernährung der kultivierten Meeresorganismen von Bedeutung ist.

Greifen wir nun nochmals auf die früher mitgeteilten Erfahrungen über die direkte Anpassung an verschiedene Kochsalzgehalte der Nährmedien zurück, so finden wir erklärlich:

1. Daß die Entwicklung auf ClNa-freiem, nicht $NaNO_3$-hältigem Agar unterbleibt.
2. Daß bei niederem Kochsalzgehalt die Entwicklung mangelhaft erscheint.

Es wird eben entsprechend dem niederen ClNa- auch der Natriumgehalt herabgesetzt und da nun das Na notwendig ist, wird sein Fehlen oder sein geringes Vorhandensein auch das Wachstum entsprechend beeinflussen.

3. Warum bei höherem Prozentgehalt die Entwicklung unterbleibt; denn proportional zur Kochsalzmenge wird die Natriumquantität vergrößert. Und es ist ja bekannt, daß jeder Nährstoff in zu großen Mengen schädlich wirkt.

4. Warum die Diatomee schon bei 0·3% ClNa zu gedeihen vermag. Wäre das Kochsalz nur osmotischer Faktor, so ließe sich diese Erscheinung unmöglich verstehen. Wenn aber das Na des Kochsalzes ein notwendiges Nährelement ist, so ist die Erklärung leicht: 0·3% ClNa enthält eben schon soviel Natrium, als zur Entwicklung nötig ist. Für die Anwendung von Strichkulturen mit je 5 cm^3 Agar wurde die somit zur Diatomeenentwicklung notwendige Na-Menge mit 0·0097 *g* berechnet.

Auch auf die Diatomeengestalt und dadurch indirekt auf die Kolonieform hat das Na oder besser ein relativ geringer Natriumzusatz einen Einfluß, doch davon später.[1] Zweck dieses Kapitels war nur, zu zeigen:

Daß es heute für einen Meeresorganismus, und zwar für eine farblose Diatomee, die *Nitzschia putrida*, zweifellos feststeht, daß sie das Natrium als notwendiges Nährelement bedarf.[2]

---

[1] Vgl. das Kapitel XIX, p. 101, und Kapitel XX, p. 106.

[2] Vgl. das Kochsalzbedürfnis der Pflanzenfresser: Bunge G., Lehrbuch der physiologischen und pathologischen Chemie. Leipzig, Verl. v. F. C. W. Vogel, 1894, p. 107.

Es sei auch auf die Arbeit von Osterhout W. J. V., Weitere Untersuchungen über die Übereinstimmung der Salzwirkungen bei Tieren und Pflanzen, Jahrb. f. w. Bot. 1908, Bd. 46, p. 121—136, verwiesen, die leider nicht mehr eingehender gewürdigt werden konnte.

III. Die organische Ernährung der Nitzschia putrida Benecke.

Die Untersuchungen über die braunen Süßwasserdiatomeen [1] hatten, wie ja auch zu erwarten war, ergeben, daß die mit Chlorophyll [2] begabten Organismen mit rein anorganischer Nahrung im Lichte ihr Auslangen finden, daß sie aber doch durch Darbietung stickstoffhaltiger und stickstoffreier organischer Substanz im Lichte nicht unbeträchtlich gefördert wurden; im Dunkeln wuchsen sie aber leider weder bei anorganischer noch bei organischer Ernährung, so daß gerade die interessantesten Versuche über die Assimilierbarkeit organischer Substanz bei Lichtausschluß entfallen mußten. Nun war in der *Nitzschia putrida* eine Diatomee rein gezüchtet, die durch ihre Farblosigkeit auf eine saprophytische Lebensweise angewiesen schien, so daß Experimente, die über ihr Verhalten gegen organische Substanzen Aufschluß geben sollten, einigen Erfolg versprachen.

Benecke [3] hat mit seinen Rohkulturen zuerst Versuche über die saprophytische Lebensweise der farblosen Nitzschien gemacht. Er teilte zu diesem Zwecke eine Schlickprobe in möglichst gleiche Teile und gab sie in Gefäße mit Meerwasser, von denen das eine noch eine große Menge toter Schlangensterne als organische Nährquelle enthielt. Bei der Zucht im Lichte überholten an Zahl die farblosen bald die braunen Formen in dem Schlangensternglase, wodurch ihre größere Anpassung an organische Zutaten wahrscheinlich gemacht schien. Noch klarer wurde die Bedeutung der organischen Ernährung für die betreffenden Nitzschien, als Benecke die Schlangensternkultur in zwei möglichst identische Portionen teilte und die eine am Fenster, die andere im Dunkeln weiter kultivierte. Es zeigte sich dann, daß durch das Überwuchern grüner Algen die farblosen Diatomeen im Lichte unterdrückt wurden, im Dunkeln aber, weil der Konkurrenz mit ihren braunen Verwandten enthoben, zu einer ausgiebigen Entwicklung gelangten.

Es war durch diese Experimente Benecke's ohne Zweifel erwiesen, daß mit Rücksicht auf unsere Kenntnisse der Physiologie anderer farbloser Organismen auch die farblosen Nitzschien reichlich organische Substanzen für ihr normales Gedeihen benötigen. Eine wesentliche Stütze erhielten diese Befunde auch durch die Experimente von Karsten,[4] und jedenfalls sprach, wenn auch dieser Schluß nicht gerade zwingend ist, die von Provazek [5] und Benecke [6] festgestellte Chemotaxis nach organischen Verbindungen sehr für die Notwendigkeit dieser Stoffe für die Ernährung.

Eine präzise Antwort vor allem auf die Fragen nach der Natur der assimilierbaren, der besonders günstigen und der minder geeigneten organischen Substanzen konnte aber nur mit Hilfe der Reinkultur gegeben werden. Wie wahr der eben ausgesprochene Satz ist, mögen zwei Stellen aus Benecke's Arbeit bekräftigen:

»Es sei noch mit einem Worte darauf hingewiesen, daß auch einzelne Versuche über den Nährwert organischer Stoffe (Harnstoff, Albumose), doch nur mit dem Erfolg angestellt wurden, daß die Diatomeen der Bakterienkonkurrenz erlagen.«[7]

»Die mit Ammonphosphat versetzten Kulturen zeigten einen kleinen Vorsprung vor den andern, ob das aber eine direkte Wirkung dieses Nährsalzes war, bleibt mehr als zweifelhaft bei der großen Zahl anderer Organismen, die sich mit in der Kultur befanden.«[8]

---

1 Richter Oswald, I, l. c., p. 30 [56] u. f.

2 Molisch H., Über den braunen Farbstoff der Phaeophyceen und Diatomeen. Bot. Zeitg., 1905, H. 7/8, p. 139.

3 Benecke W., I, l. c., p. 561; vgl. auch p. 537 und 558.

4 Karsten G. I, l. c., p. 426.

5 Provazek S., l. c., p. 69.

6 Benecke W., I, l. c., p. 554.

7 Benecke W., I, l. c., p. 565.

8 Benecke W., I, l. c., p. 564.

Überprüft wurden von mir an Stickstoffsubstanzen: Asparagin, Leuzin, Ammoniumchlorid, Ammoniumsulfat, Ammoniumnitrat, Ammoniumtartrat, Kaliumnitrat, Pepton, Albumin, und an stickstofffreien organischen Stoffen: Traubenzucker, Rohrzucker, Milchzucker, Glyzerin, Dulzit, Mannit, Lävulose, Erythrit, Milchzucker, Dextrin, Gelose und Inulin.

In einem großen, mit möglichster Exaktheit hergestellten Versuch mit Nährlösungen kamen die eben aufgezählten Stoffe, mit Ausnahme des Milchzuckers, in Verwendung, wobei darauf Bedacht genommen wurde, daß stets N- und C-hältige Verbindungen als gemeinsame Quellen für beide Stoffe benutzt wurden; bei anorganischen Stickstoffverbindungen wurde Inulin als Kohlenstoff- und bei stickstoffreien Kohlenstoffverbindungen Kaliumnitrat als Stickstoffquelle verwendet.

Das Ergebnis meiner Untersuchungen in dieser Beziehung war folgendes:

Anorganische und organische Stickstoff- und stickstoffreie organische Verbindungen ermöglichen im allgemeinen die Entwicklung der rein kultivierten *Nitzschia putrida* Benecke.

Die Entwicklung wird nur unterdrückt von Ammoniumtartrat, das bekanntlich auch die braunen Süßwasserdiatomeen entweder nicht hatte aufkommen lassen oder das sie wenigstens sehr ungünstig beeinflußt hat.

Im übrigen gaben die anorganischen Stickstoffquellen mit Inulinzusatz und die C- und N-Quellen prächtige Kolonien und üppiges Wachstum. Eine optimale Entwicklung ließ sich bei den N-freien C-Quellen im Inulin beobachten, dem sofort Mannit und Erythrit anzureihen wären. Dann würde Traubenzucker und Dextrin anzuführen sein.

Von C- und N-Quellen erwies sich Leuzin am vorteilhaftesten, danach zweifellos Pepton und dann Asparagin.

Es ist nun interessant, festzustellen, daß die genannten Stoffe im großen und ganzen die gleichen sind wie die, welche der *Nitzschia Palea* Kütz. und der *Navicula minuscula* Grun. so außerordentlich förderlich waren.[1]

Leider hatte der Teil des beschriebenen exakten Versuches, soweit er Kaliumnitrat als Zusatz enthielt, einen bedeutenden Nachteil aufzuweisen, dem wohl schwer bei Neuanstellung des Versuches wird begegnet werden können: lästige Niederschläge nämlich die wegen ihrer weißen Farbe die farblosen Kolonien der Diatomeen nicht gut erkennen lassen.

Es mag noch erwähnt sein, daß wiederholt bei Agarkulturen Traubenzucker, Milchzucker und andere organische Stoffe allein und in passender Kombination mit Pepton die Entwicklung der *Nitzschia putrida* außerordentlich förderten. Die sich daraus ergebenden Rezepte für die Herstellung geeigneter Nährböden mögen im Kapitel VI, p. 27 [683], nachgesehen werden. Auch Milch, suspendiert in Agar, scheint ein recht vorteilhaftes Nährsubstrat zu sein,[2] dagegen erweist sich das käufliche Kaseïn als Gift.[3]

Einen sprechenden Beleg für den großen Unterschied, den es für die *Nitzschia putrida* ausmacht, ob sie mit KNO_3, Milch oder Leuzin als Stickstoff-, Agar, Milch oder Leuzin als C-Quelle ernährt wird, gibt noch der in Tabelle I als siebenter eingetragene Versuch. Der Vergleich der graphischen Wiedergabe der untereinander dargestellten Teilversuche erübrigt alle weiteren Erörterungen.

Hierher gehört auch die Bemerkung, daß die *Nitzschia putrida* selbst in Gelatine gedeiht, die keinen anderen Zusatz als 2 bis 3% ClNa[4] besitzt.

---

1 Richter Oswald, I, l. c., p. 32 [58], 43 [69], 45 [71].

2 Siehe Kapitel VI, p. 29 [685] und X, p. 39 [695].

3 Vgl. die Erfahrungen von Lidforss B. (Über Chemotropismus der Pollenschläuche. Ber. d. deutschen bot. Ges., 1899, Bd. XVII, p. 240) über die Schädlichkeit der käuflichen Eiweißpräparate für Pollenschläuche.

4 Siehe Kapitel VI, p. 29 [685].

Betont braucht nur noch zu werden, daß in der Stammlösung des oben erwähnten exakten Versuches keine Entwicklung zu sehen war, womit der Beweis erbracht ist, daß die farblose Diatomee weder mit dem freien Stickstoff noch mit dem CO_2 der reinen oder dem CO der verunreinigten Luft [1] irgend etwas selbständig anzufangen weiß.

Diese Tatsache wird deshalb so sehr hervorgehoben, weil sich in der jüngsten Zeit die für den Züchter eines Saprophyten, der doch die *Nitzschia putrida* nach dem Gesagten zweifellos ist,[2] höchst überraschende Beobachtung wiederholt machen ließ, daß unsere Diatomee auf einem Mineralsalzagar mit ClNa-Zusatz ohne jede weitere organische Zutat ganz prächtig im Dunkeln gedieh, wenn sie in der gewohnten Weise auf einem kleinen Stückchen Triester Meerwasser-Pepton-Dextrinagar überimpft wurde.

Dieses Verhalten wird sofort verständlich, wenn wir an den früher p. 19 [675] besprochenen Versuch denken, in dem auch reinste Gelose in Anwendung kam; die Diatomeen assimilieren eben das Agar-Agar wie andere Kohlenstoffquellen. Eine derartige Annahme erscheint um so weniger befremdlich, als in der Folge [3] auch der Beweis vom Vorhandensein eines agarlösenden Fermentes erbracht wird und da ja auch gewisse Bakterien bekannt geworden sind, die sich mit Agar als Kohlenstoffquelle zufrieden geben.[4]

Selbstverständlich ist es auch noch denkbar, daß die Spuren Pepton und Dextrin, die mit der Impfmasse auf die Schale kommen, für die Bildung der Tausende von Generationen ausreichen; doch scheint mir eine solche Annahme schon etwas weit hergeholt.

Die *Nitzschia putrida* gedeiht also auf ClNaM S A.[5] aber im Verhältnis zu Kulturen mit anderen Kohlenstoff- und Stickstoffquellen doch mangelhaft. Werden nun gleichzeitig auch noch die Kochsalzgaben herabgesetzt, so geht unter der Voraussetzung, daß der N immer noch als Kaliumnitrat geboten wird, eine auffallende Formveränderung mit den Diatomeen vor sich, es kommt zur

Bildung der Var. *gomphonemiformis* [6] und Plasmodienbildung [6] infolge mangelhafter Ernährung.

Ich muß es späteren Ausführungen überlassen, die Erklärung für die eben verwendeten Namen zu geben, hier sei nur soviel vorweg genommen, daß die farblose Diatomee wie kaum ein anderer Organismus die Fähigkeit besitzt, ihre Gestalt zu ändern und durch Variationsformen auf äußere Einflüsse zu reagieren.

Sehr instruktiv war in dieser Beziehung ein Versuch, der am 15. Mai geimpft und dessen Versuchsanstellung im Kapitel II, p. 11 [667], Tabelle I, VII. Versuch genauer auseinander gesetzt wurde.

Es zeigte sich, daß in allen jenen Kulturen, in denen der N und C als Leuzin geboten wurde, entsprechend dem verschiedenen ClNa-Gehalte eine verschiedene Diatomeenentwicklung zu bemerken war, ohne daß man dabei bei der mikroskopischen Untersuchung eine ins Auge springende Formveränderung der geimpften Var. *longa*[6] bemerken konnte, und zwar auch nach Wochen nicht.

---

[1] Beijerinck M. W. und van Delden, Über eine farblose Bakterie, deren Kohlenstoffnahrung aus der atmosphärischen Luft herrührt. C. f. B. u. P., Abt. II, 1903, Bd. X, p. 33. — Kaserer H., Die Oxydation des Wasserstoffes durch Mikroorganismen. Ebenda, XVI. Bd., 1906, Nr. 22, 23. — Richter Oswald, Die Bedeutung der Reinkultur. Berlin 1907, Gebr. Bornträger, p. 21 u. 11.

[2] Vgl. auch Benecke W., I, l. c., p. 568, und Karsten G., I, l. c., p. 427.

[3] Siehe Kapitel X, p. 43 [699].

[4] Gran H. H., Studien über Meeresbakterien, II. Über die Hydrolyse des Agar-Agar durch ein neues Enzym, die Gelose (Bergens Museums Aarbog 1902, Nr. 2). Ref. Bot. Zentralblatt 1902, Bd. 90, p. 264 (*Bacillus gelaticus* Gran).

[5] Siehe Kapitel VI, p. 29 [685].

[6] Siehe Kapitel XIX, p. 96 und 97 [752 und 753].

Nahm man aber aus den Kulturen des Nitratteilversuches, der den Diatomeen den N somit als Nitrat, den C als Agar bot, und zwar aus jenen Eprouvetten, beziehungsweise Schalen, in denen der ClNa-Gehalt auf 0·5, 1 und 2$^0/_0$ herabgesetzt war, so bemerkte man schon nach 3 bis 4 Tagen nichts als Individuen der Var. *gomphonemiformis*[1] und nach 10 Tagen in allen untersuchten Kulturen massenhaft Plasmodien. Das Optimum für diese Erscheinung liegt bei 1 und 2$^0/_0$ ClNa, auch 3$^0/_0$ steht den genannten kaum nach. Da Plasmodien nur bei Oberflächenkulturen zu sehen sind, also anscheinend Sauerstoff für ihre Bildung brauchen, in 0·4 und 0·3$^0/_0$ aber fast nur submerse Kolonien zu sehen waren, war bei diesen Prozentsätzen auch das Auftreten der Plasmodien unterblieben. Unter den oben angeführten Bedingungen gehen ganze Kolonien in die gewissen schleimig aussehenden Plasmamassen über, so daß man wiederholt Bilder bekam, wie sie in Fig. 24 der Taf. IV dargestellt sind.

Minder ausgiebig, aber immer noch sehr schön, jedenfalls aber ungemein zahlreich, wenn auch oft klein, sind die Plasmodien, die in Impfstrichen auf 2$^0/_0$ ClNa M S A. + Milch auftreten. Bei einem am 7. April begonnenen und am 31. Mai endgültig abgeschlossenen Versuch[2] waren zum Beispiel in allen Schalen mit dem Milchagar massenhaft Plasmodien zu bemerken, während in einem Kontrollagar (Triester Meerwasser P D.) mit Milch und ohne Milch aber auch nicht ein Fall von Plasmodienbildung zu sehen war.

Aus diesen Ausführungen ergibt sich, daß es der Experimentator derzeit in der Hand hat die Zusammensetzung des Nährsubstrates durch Variation der Na-, Kohlenstoff- und Stickstoffquelle so zu wählen, daß die kultivierte farblose Diatomee *Nitzschia putrida* gezwungen wird, ihre normale Gestalt völlig aufzugeben und sich in eine ihr kaum noch entfernt ähnliche Gestalt zu verwandeln.

---

1 Siehe Kapitel XX, p. 106 [762].

2 » » X, p. 39 [695].

IV. Die bisherigen Erfahrungen über die Kieselsäureernährung der farblosen Diatomee Nitzschia putrida Benecke.

Bei den braunen Süßwasserdiatomeen [1] hatte es sich herausgestellt, daß sie SiO_2 für ihre normale Entwicklung benötigen.[2] Es lag daher nahe, nachzusehen, inwieweit sich dieses Ergebnis auch auf die farblose Diatomee würde ausdehnen lassen. Wie erinnerlich, wurden, um eine Lösung des SiO_2 aus den Glasgefäßwänden zu verhindern, die Kulturkölbchen nach der Methode von Molisch mit Paraffin ausgekleidet und nach dem Abkühlen mit der kalten Nährlösung beschickt. Eine neuerliche Sterilisation konnte nicht vorgenommen werden, weil sonst das Paraffin von den Wänden abgeschmolzen wäre. Dieses Unterlassen der Sterilisation hatte bei den braunen Kieselschalern wegen der völlig anorganischen Zusammensetzung der Nährlösung weiter nicht viel auf sich. Zufällig bei der Prozedur des Einfüllens der Kölbchen allenfalls mit in die Nährlösung hereingefallene Pilzsporen und Bakterien kamen naturgemäß beim Auskeimen in keine gefährliche Konkurrenz mit den sich im Lichte rasch entwickelnden Diatomeen. Dadurch wurde damals die Beantwortung der Frage nach dem SiO_2-Bedürfnis der braunen Süßwasserdiatomeen überhaupt möglich.

Anders hier. Die verwendete Nährlösung muß organischer Natur sein, damit ist aber bei der durch die Paraffinauskleidung geforderten Unterlassung der Sterilisation der Nährlösung der Überwucherung der farblosen Diatomeen durch auskeimende Pilze und rapid sich teilende Bakterien freier Lauf gelassen. Dazu kommt, daß die Diatomeen eben farblos sind, die Paraffinauskleidung aber weiß ist, so daß man unter diesen Umständen von den auftretenden Kolonien rein gar nichts sieht. Es ist daher nur zu begreiflich, daß die ersten Versuche über die Si-Ernährung der farblosen Diatomee überhaupt nichts gelehrt haben.

Etwas mehr Erfolg schienen nun Experimente zu versprechen, die ich im Juni 1907 in Gang gesetzt hatte und zu deren Herrichtung direkt Benecke's [3] Arbeit über die mineralische Nahrung der Bakterien die nächste Veranlassung war.

Wie bekannt, reichte Benecke bei seinen Versuchen über die Bedeutung des Ca, K, Na NH_4 und anderer Stoffe für die Ernährung des *Bacillus fluorescens* und *pyocyaneus* im großen und ganzen mit den von der Firma Schott gelieferten Kölbchen aus schwer löslichem Glase aus. Es war daher die Vermutung, daß mit diesen Kölbchen auch in der Kieselsäurefrage unserer Diatomee eine Entscheidung gebracht werden könnte, nicht von der Hand zu weisen. Und so machte ich mich denn an die Arbeit, obwohl ich mir auch sehr klar darüber war, daß es ungleich heikler sein mußte, mit den vielleicht schon für ernährungsphysiologische Fragen ausreichenden Spuren von SiO_2 als denen des Ca, K und Na mit unparaffinierten Kölbchen als Fehlerquelle zu operieren.

Der erste derartige Versuch wurde am 3. Juni 1907 durchgeführt.

Die verwendete Nährlösung hatte die folgende Zusammensetzung:

1000 T.	dest. Wasser,
1 *g*	Leuzin purum Merck,
0·2 *g*	K_2HPO_4 puriss. Merck,

---

1 Richter Oswald; I., l. c., p. 6 [32].

2 Über die biologische Verwertung dieses Befundes für das Planktonstudium vgl. bei Karsten G. »Das indische Phytoplankton«. Allgemeiner Teil. Abdruck aus Wiss. Ergebn. d. deutschen Tiefsee-Expedition auf dem Dampfer »Valdivia« 1898—1899; Verl. v. G. Fischer, Jena 1907, p. 487.

3 Benecke W., Untersuchungen über den Bedarf der Bakterien an Mineralstoffen. Bot. Zeitg. 1907, H. 1, p. 1.

0·2 *g* $Ca(NO_3)_2$ puriss. Merck,
0·05 *g* $MgSO_4$ puriss. Merck,
Spur $FeSO_4$.[1]

Zu der Hälfte der Stammlösung wurde für die Kontrollkölbchen soviel $K_2Si_2O_5$ zugesetzt, als an einem trockenem Glasstäbchen beim Eintauchen in das Fläschchen des hygroskopischen Salzes hängen bleibt.

Die Herstellung der Stammlösung erfolgte in einem 1 *l*-Erlenmeyerkolben mit Paraffinauskleidung, das Eingießen mit paraffiniertem Meßglase, so daß tatsächlich die Lösung erst in den Schott'schen Kölbchen mit dem SiO_2 des Glases in Berührung kam. Im ganzen wurden sechs, beziehungsweise vier Kölbchen benutzt, wovon je drei, beziehungsweise je zwei als Kontrollkölbchen funktionierten. Bei der Sterilisation entstand ein schwacher Niederschlag, der aber nicht weiter beirrte. Das Impfmaterial war für einen Teil des Versuches die Var. *longa*, für den anderen Plasmodienmaterial.

Die Geschichte beider: 9. November 1906 → 21. Jänner → 26. Jänner → 1. Februar → 17. Mai → 3. Juni 1907 und
7. April → 9. Juli → 22. August → 9. November → 2. Dezember 1906 → 12. Februar → 17. Mai → 3. Juni 1907,
wobei die angeführten Daten die Überimpfungsdaten darstellen.

Über den Versuchsverlauf mag die Tabelle 1 Aufschluß geben, zu der nur bemerkt sein soll, daß am 9. Juni der Niederschlag in *A* und *B* der Var. *longa*-Impfung und in *B* der zweiten Kultur der Plasmodienimpfung in den $K_2Si_2O_5$-Kölbchen aufgelöst war.

Es sei auch noch hervorgehoben, daß die gleichmäßig dünne Decke der Var. *longa*, die in den Flüssigkeitskulturen den Boden überzieht, die Beobachtung von Fortschritten in der Kultur ungemein erschwert. Dagegen kann man bei dem körnchenförmigen[2] Wuchse der Kolonien des »Plasmodienmaterials« ohne weiteres das Vorhandensein einer Entwicklung und das Fortschreiten des Wachstums erkennen.

Tabelle 1: Über die Notwendigkeit des SiO_2 für die Nitzschia putrida Benecke.[3]

Tag der Beobachtung	Impfung der Var. *longa*						Impfung mit »Plasmodienmaterial«			
	$\theta K_2Si_2O_5$			$K_2Si_2O_5$			$\theta K_2Si_2O_5$		$K_2Si_2O_5$	
	A	*B*	*C*	*A*	*B*	*C*	*A*	*B*	*A*	*B*
7. Juni										
8. »										
9. »										
11. »										
19. »										
28. »										

Der Versuch lehrte zunächst bei makroskopischer Betrachtung, daß die Var. *longa* in Nährlösung mit und ohne absichtlichen SiO_2-Zusatz gleich gut gedeiht, daß aber bei Verwendung von Plasmodienmaterial die Entwicklung in den ersten 12 Tagen überhaupt nur in den Kölbchen mit $K_2Si_2O_5$-Zusatz vor sich geht, während ein Wachstum in Si-freier Lösung zunächst völlig unterbleibt. Erst viel später holte

---

1 Seinerzeit von Prof. Molisch einer besonderen Reinigung unterzogen. Vgl. Molisch H., I., Die Pflanze in ihren Beziehungen zum Eisen. Eine physiologische Studie. Jena 1892, Verlag bei G. Fischer, p. 81 und 106.

2 Siehe Kapitel XX, p. 107 [763].

3 Über die Bedeutung der verwendeten Zeichen dieser und aller folgenden Tabellen vgl. Tabelle I, Figurenerklärung.

wenigstens das eine SiO_2-freie die SiO_2-haltigen Kölbchen ein. Die richtige Deutung dieses auffallend verschiedenen Verhaltens der Var. *longa* und des »Plasmodienmaterials« dürfte wohl die sein, daß die Diatomeen der regelmäßigen Gestalt in viel höherem Grade mit der Fähigkeit der SiO_2-Lösung ausgestattet sind als das degenerierte »Plasmodienmaterial«, so daß zwischen Var. *longa* in kieselsäurehaltiger und Var. *longa* in »kieselsäurefreier« Lösung in Anbetracht der flotten Lösung der notwendigen (?) Kieselsäure aus den Glaswänden kein Unterschied zu sehen ist. Man wird daher mit gut ausgebildeten Diatomeen in Schott'schen Kölbchen vermutlich nie ein Resultat bekommen. Sind aber die Diatomeen auf dem »Plasmodienstandpunkt« angelangt, dann mag die Aufgabe, sich die nötige Kieselsäure aus dem schwer löslichen Glase zu erarbeiten, doch eine anfangs zu schwere sein, so daß ihnen die Individuen der Kontrollimpfung bedeutend vorauskommen. Vielleicht würden derartige Experimente noch schöner ausfallen, wenn man nicht mit kleinen farblosen Diatomeen vermischtes »Plasmodienmaterial«, sondern völlig reine Plasmodien verwenden würde, doch liegen darüber noch keine Erfahrungen vor.

Die am 11. Juni 1907 besorgte mikroskopische Untersuchung bestätigte den makroskopischen Befund. Es wurden zunächst den in der Tabelle mit *A* bezeichneten Kölbchen Proben entnommen und festgestellt, daß in den Impfungen mit der Var. *longa* bei SiO_2-Zusatz und ohne ihn Entwicklung stattgefunden hatte, in der »Plasmodienimpfung« aber waren die Diatomeen und Plasmodien nur in den $K_2Si_2O_5$-Kölbchen zu sehen, in allen anderen nicht.

Die zweite Untersuchung aller Kölbchen am Versuchsschlusse bestätigte im großen und ganzen den Befund vom 11. Juni, nur hatten sich auch in dem *A*-Kölbchen bei Si-Ausschluß prächtige Plasmodien eingefunden.

Der Versuch vom 11. Juni 1907 würde somit die Vermutung zulassen, daß bei der Unmöglichkeit, die Glaslösung durch die Diatomeen zu verhindern und in Anbetracht der dadurch bedeutend komplizierteren Methode an ein klares Resultat nur dann zu denken sei, wenn man die degenerierten Diatomeenformen, insbesondere die Plasmodien, für den Versuch verwendet. Es wäre auch gar nicht unmöglich, daß man bei gleichzeitiger Verminderung des ClNa-Gehaltes noch klarere Resultate bekäme.

Zieht man alle jene Erwägungen mit heran und impft mit degeneriertem Diatomeenmaterial, so bekommt man anscheinend Resultate, die das SiO_2 als notwendig erscheinen lassen.[1] Ein derartiges Ergebnis wäre um so weniger überraschend, als eine Lösung der Kieselschale der Diatomee durch die Plasmodien zweifellos nachgewiesen und damit ihr SiO_2-Hunger recht wahrscheinlich gemacht wurde und da es gelang, wovon noch später[2] die Rede sein wird, das SiO_2 in den Plasmodien durch Veraschung nachzuweisen. Auch könnte ein derartiges Resultat mit Rücksicht auf die Befunde an Süßwasserdiatomeen durchaus nicht befremden.

Wenn ich trotzdem diese Schlüsse nur mit dem größten Vorbehalt gezogen wissen will, so hat das seinen guten Grund darin, daß zwei noch im Jahre 1907 mit je 20 kleinen Kölbchen aus Schott'schem Glase in Gang gesetzte Versuche völlig negativ ausfielen. Worauf das Mißlingen dieser Experimente zurückzuführen ist, weiß ich nicht, doch glaube ich, hängt der Erfolg viel von der zu Gebote stehenden Menge möglichst diatomeenfreier Plasmodien ab.

---

1 Sehr passend läßt sich hier die Bemerkung von Benecke W. I, (l. c., p. 567) über die mögliche Bedeutung der SiO_2 zum Vergleiche heranziehen.

2 Siehe Kapitel XVI, p. 83 [739], und XIX, p. 101 [757].

V. Die Reaktion der Nährlösung und des Nährbodens.

Eingehende Versuche mit den braunen Süßwasserdiatomeen[1] hatten festgestellt, daß sie ähnlich wie die von Molisch[2] kultivierten Grünalgen eine schwach alkalische Reaktion für ihre Kultur bedürfen. Auch die *Nitzschia putrida* scheint nach Benecke[3] eine alkalische Reaktion des Substrates zu benötigen.

In sehr einfacher Weise kann man nun die schädliche Wirkung des Säuregehaltes im Nährsubstrat auf die farblose Diatomee in der Art demonstrieren, daß man Kartoffelscheiben zunächst einen Tag lang mit Triester Meerwasser ansaugen läßt, dann sterilisiert und nun noch eine Partie mit Kaliumsilikat schwach alkalisch macht und beiderlei Kartoffeln am Tage darauf zum zweiten Male sterilisiert. Impft man jetzt auf die abgekühlten Kartoffeln die *Nitzschia putrida*, so entwickeln sich nur auf den alkalisch gemachten Scheiben die Diatomeen. Si-Mangel zur Erklärung heranzuziehen, ist wohl schon deshalb unzulässig, weil die die Kartoffeln befeuchtende Schichte Triester Meerwasser, abgesehen von den in ihm schon a priori gelösten SiO_2-Mengen, auch aus dem Glase der Petrischalen bei der Sterilisation gewiß genug SiO_2 löst, um Hunderttausende von Diatomeen am Leben zu erhalten.

Ein Versuch wie der beschriebene wurde mit je zwei Schalen am 2 Juni 1907 durchgeführt und am 6. Juni beendet. Das Impfmaterial gehörte der zweiten Reinzucht an und hatte folgende Geschichte: 9. November 1906 → 23. Jänner → 26. Jänner → 1. Februar → 17. Mai → 2. Juni 1907.

Ein anderer nicht minder beweisender Versuch, der mit dem oft gebrauchten ClNa LA[4] die Säurewirkung feststellen sollte, wurde am 13. Juni 1908 gemacht und dessen eindeutiges Resultat in der folgenden Tabelle graphisch wiedergegeben.

Tabelle 2: Versuch vom 13. Juni 1908 über die Notwendigkeit einer alkalischen Reaktion des Nährsubstrates für die Nitzschia putrida Benecke.

Tag der Beobachtung	Stammagar + K_2HPO_4						Stammagar + KH_2PO_4					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
16. Juni												
17. »												
19. »												
22. »												
10. Juli												

[1] Richter Oswald, I, l. c., p. 49 [75]. — Gerneck R. (Zur Kenntnis der niederen Chlorophyceen. Beih. z. Bot. Centr. Bd. XXI, 2. Abt., Systematik usf., H. 3, 1907) hat auch verschiedene Diatomeen und Cyanophyceenarten (p. 274) zu kultivieren versucht und sich gewundert, daß »ziemlich baldiger Tod eintrat«. Die Erklärung seines Mißerfolges dürfte er auf p. 273 seiner Arbeit finden, wo es heißt: »Die Lösungen wurden beide in ganz schwach saurer Reaktion benutzt«. Es wird daher auch bei Berücksichtigung der Untersuchungen von Molisch H. nicht wundernehmen, daß Gerneck zu dem höchst befremdenden Resultat bei seinen Grünalgenkulturen kommt: »Einige der kultivierten Algen ließen sich nur sehr schwer ziehen und gelangten in den verschiedenen Nährsubstraten nie zu einem üppigen Wachstum«.

[2] Molisch H., Die Ernährung der Algen. Süßwasseralgen (II. Abhandlung). Sitzungsber. der kais. Akad. der Wissensch. in Wien, Bd. CV, Abt. I, Oktober 1896, p. [634], 2.

[3] Vgl. nur Benecke's Versuch mit Monokaliumphosphat, der die Schädlichkeit einer sauren Reaktion wahrscheinlich zu machen scheint. (Benecke W., I, l. c., p. 564.)

[4] Siehe Kapitel VI, p. 28 [684].

Stammlösung:

1000 T.	H_2O
18 *g*	gewässertes Agar
1 *g*	Leuzin
0·05 *g*	$MgSO_4$
0·05 *g*	$CaCl_2$
20 *g*	ClNa

Die Zusätze der Phosphate erfolgten in 0·2 pro Mille.

Aus diesem Versuche geht unzweifelhaft die fördernde Wirkung selbst eines so geringen Alkaleszensunterschiedes hervor, wie er durch den Zusatz von Di- und Monokaliumphosphat gegeben ist.

Sehr interessant ist aber auch das verspätete Auftreten der Diatomeen auf dem Monokaliumphosphatagar. Da alle übrigen Experimente, unter anderen die, welche zur Überprüfung des Nährwertes von Na-Verbindungen[1] angestellt wurden, stets eine stärkere Säurereaktion als unüberwindbares Wachstumshindernis und als tötend kennen gelehrt hatten, bleibt wohl nur die folgende Annahme als zuversichtlich richtige Erklärung dieser Erscheinung übrig: Die Diatomeen sind imstande, alkalische Substanzen auszuscheiden, mit denen sie sehr schwache Säuren, die nicht tötlich auf sie wirken, abzustumpfen vermögen, so daß sie auf diesem allmählich selbst präparierten, selbst alkalisch gemachten Boden zu einer gegenüber auf alkalischem Nährboden geimpften Nitzschien wohl verspäteten, aber immer noch recht beachtenswerten Entwicklung gelangen können. Leider wuchsen die Diatomeen auf 2% ClNa-Drigalskiagar[2] nicht, so daß die durch die Blaufärbung des violetten Nährbodens sicher gegebene Kontrolle dieser Erklärung entfällt. Daß auch sehr starke Alkaleszenz schädlich wirkt, zeigen die schon angeführten Na-Versuche[3] sehr deutlich.

Hierher gehören endlich viele im Kapitel »negative Auxanogramme«[4] mitgeteilte Erfahrungen von der tötenden Wirkung saurer Substanzen und vom Absterben der farblosen Diatomeen in der Umgebung eines Pilzrasens u. a. m., so daß heute wohl mit Bestimmtheit erklärt werden kann, die *Nitzschia putrida* Benecke benötige wie ihre braunen Schwestern des Süßwassers eine schwach alkalische Reaktion zu ihrem normalen Gedeihen.

---

1 Siehe Kapitel II, p. 15, 16 [671, 672].

2 Drigalski v. und Conradi H., Über ein Verfahren zum Nachweis der Typhusbazillen. Zeitschr. f. Hyg. u. Inf. Kr., 1902, Bd. 39, p. 283.

3 Siehe Kapitel II, p. 15, 16 [671, 672].

4 Siehe Kapitel VIII, p. 36 [692].

VI. Einfache Rezepte zur Darstellung passender Nährböden für die Kultur der Nitzschia putrida Benecke.

Die Erfahrungen über die Ernährung der *Nitzschia putrida* Benecke, die in den früheren Kapiteln niedergelegt sind, gestatten uns nun, ähnlich wie bei den braunen Süßwasserdiatomeen,[1] einige Rezepte für Nährböden anzugeben, auf denen sie vortrefflich gedeiht.

Um in der Folge eine rasche und eindeutige Bezeichnungsweise zu gebrauchen, habe ich, wie das ja übrigens auch schon an einzelnen Stellen geschehen mußte,[2] Abkürzungen gewählt, die bei den zu zitierenden Rezepten in der Klammer dem Namen beigefügt sind und die später ausschließlich verwendet werden sollen.

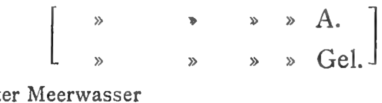
Die einfachsten und billigsten Nährböden mögen den Anfang machen.

I. Triester Meerwasser-Pepton [Triest. Meerw. P.]

[» » » A.][3]
[» » » Gel.]

1000 T. Triester Meerwasser
10 *g* Pepton

II. Triester Meerwasser-Pepton-Dextrin [Triest. Meerw. P D.].



1000 T. Triester Meerwasser
5 *g* Pepton
5 *g* Dextrin

Zu diesen Lösungen können nun entweder 18 *g* Agar oder 100 *g* Gelatine zugesetzt werden. Man erhält so die in den zweiten Klammern angegebenen festen Nährböden.

Nr. II hat dieselbe Zusammensetzung wie jene Nährböden, die Molisch[4] bei der Kultur der Meerespurpurbakterien benutzte.

Zur Darstellung noch die folgenden Bemerkungen:

Die Lösungen von Pepton und Pepton-Dextrin in Triester Meerwasser brauchen nur filtriert zu werden ohne eigene Klärung mit Eiweiß, da bereits die Salze des Meerwassers die aus dem Pepton stets auftretende Trübung völlig ausfällen.

Zur Kultur in Kölbchen oder in Eprouvetten, besonders für Dauerkulturen zum Aufheben der Diatomeen für längere Zeit, sind solche Lösungen wie die beschriebenen und die noch zu besprechende Leuzinkochsalzflüssigkeit ganz vorzüglich geeignet. Die Reaktion dieser Flüssigkeiten ist sofort schwach alkalisch.

Auch beim Triest. Meerw. P- und beim Triest. Meerw. P D A. ist aus den angeführten Gründen eine Klärung unnötig. Ebenso entfällt ein Alkalischmachen des Nährsubstrates, da es ohnehin alkalisch

---

1 Richter Oswald, I, l. c., p. 52 [78].

2 Siehe Kapitel III, p. 20 [676], V, p. 25 [681].

3 A. = Agar, Gel. = Gelatine.

4 Molisch H., Die Purpurbakterien nach neuen Untersuchungen. Eine mikrobiologische Studie. Jena 1907, Verl. bei G. Fischer, p. 11.

reagiert. Ich verfahre aus Bequemlichkeitsrücksichten stets so, daß ich am Abend vor dem Tage, an dem ich das Agar herstellen will, die notwendigen 18 *g* Agar abwäge, mit der Schere zerschneide und sofort in 1 *l* Triest. Meerw. hineingebe. Dadurch saugt sich das Agar über die Nacht mit Wasser an und löst sich nun unschwer bei vier- bis sechsstündigem Aufenthalt im siedend heißen Sterilisator. Dann filtriere ich das Agar gewöhnlich das erste Mal, löse das Pepton, beziehungsweise Pepton und Dextrin im Filtrat, erhitze wieder und filtriere ein zweites Mal, was keine zwei Stunden benötigt. Es ist natürlich auch nichts dagegen einzuwenden, wenn man die Chemikalien gleich nach der Auflösung des Agars in die heiße Flüssigkeit gibt, nur dauert dann die einmalige Filtration etwa gerade so lange als die doppelte früher beschriebene.

Bei der Herstellung der Gelatine ist ein Zusatz von NaOH bis zur schwach alkalischen Reaktion und Klärung mit Eiweiß absolut nötig. Ich will nur erwähnen, daß eine derartige Gelatine bis zum Einfüllen in die Eprouvetten, die erste Sterilisation inbegriffen, in zwei Stunden unschwer fertiggestellt sein kann. Wegen leicht auftretender Bakterien[1] ist die Gelatine innerhalb 24 Stunden zweimal je $^3/_4$ Stunden zu sterilisieren.

III. Chlornatrium-Pepton-Dextrin [ClNa P D.]

[» » » » A.]
[» » » » Gel.]

1000 T. dest. Wasser
30 *g* ClNa
5 *g* Pepton
5 *g* Dextrin

Im übrigen verfährt man wie bei I und II.

Rezept III ist die von Molisch[2] für Süßwasserpurpurbakterien empfohlene Nährlösung mit Kochsalzzusatz.

IV. Chlornatrium-Pepton-Glyzerin [ClNa P Gl.]

[» » » » A.]
[» » » » Gel.]

1000 T. dest. Wasser
30 *g* ClNa
10 *g* Pepton
5 *g* Glyzerin
Spur Fleischextrakt

Sonst wie I und II.

Rezept IV gleichlautend mit dem von Molisch neuestens für die Zucht des *Bacterium phosphoreum* (Cohn) Molisch[3] angegebenen Rezept, bei dem selbstverständlich statt der beiden ersten Posten für die Kultur der Diatomee Triester Meerwasser verwendet[4] werden kann.

V. Chlornatrium-Leuzin [ClNaL.]

[» » » A.]
[» » » Gel.]

---

1 Vgl. Heim L., Zählebige Keime in Gelatine. C. f. B. u. P., XIII, 1893, Nr. 20, p. 649.

2 Molisch H., l. c., p. 12.

3 Molisch H., Photogene Bakterien. — Fr. Lafars, Handbuch der technischen Mykologie, 1907, I. Bd., p. 629.

4 Molisch H., Die Leuchtbakterien im Hafen von Triest. Sitzungsber. der kais. Akad. der Wissensch. in Wien, math.-naturw. Klasse, Bd. CXIII, Abt. I, Oktober 1904, p. [514], 2. Leuchtende Pflanzen, l. c., p. 61.

1000 T. dest. Wasser
20 oder 30 *g* ClNa
1 *g* Leuzin
0·2 *g* K_2HPO_4
0·05 *g* $MgSO_4$
0·2 *g* $Ca(NO_3)_2$ oder $CaCl_2$
Spur $FeSO_4$
» $K_2Si_2O_5$

Der letzte Posten kann auch wegfallen. Statt 1 *g* Leuzin verwendete ich mitunter 0·5 *g* pro Mille. Das Agar wurde stets vor dem Zusatze gewässert. Das fertige ClNaLA. ist vollkommen wasserklar im flüssigen, weiß im erstarrten Zustande. Wegen seiner völlig übersichtlichen Zusammensetzung ist es besonders zur Beantwortung ernährungsphysiologischer Fragen sehr zu empfehlen.

Anfangs setzte ich stets 30 *g* ClNa zu der Flüssigkeit; nachdem sich aber in der Folge[1] eine sehr gute Entwicklung der Diatomeen in 2% ClNa hatte feststellen lassen, wurde die jeweilige Kochsalzzugabe auf 2% herabgesetzt.

Außer diesen besonders bewährten Nährböden kamen für bestimmte Zwecke noch andere in Anwendung, die hier gleichfalls angeführt und mit den in der Arbeit gebräuchlichen Bezeichnungen benannt werden mögen.

VI. Triester Meerwasser-Agar [Triest. Meerw. A.]

1000 T. Triest. Meerw.
18 *g* ungewässertes Agar

verwendet zur zweiten Reinzucht der Diatomee.

VII. 2% Chlornatrium-Mineralsalzagar [2% ClNaMSA.]

1000 T. dest. Wasser
18 *g* gewässertes Agar
20 *g* ClNa
0·2 *g* K_2HPO_4
0·05 *g* $MgSO_4$
0·2 *g* $Ca(NO_3)_2$ oder $CaCl_2$ oder KNO_3
Spur $FeSO_4$

Eine Klärung mit Eiweiß entfällt natürlich.

Rezept VII ist zum gleichen Zwecke wie VI verwertbar. Ein Agar dieser Zusammensetzung ist mit Magermilchzusatz[2] zur Demonstration der Milchlösung, mit 1% statt 2% ClNa und KNO_3 als N-Quelle zur Erzeugung von Plasmodien[3] vorzüglich geeignet.

VIII. Milchzucker-,[4] Traubenzucker-,[5] beziehungsweise Inulin-[6] Agar [Mz A., Trz. A., bezw. IA.]

unterscheidet sich vom früheren nur durch den Zusatz von 0·4% Milch-, 1% Traubenzucker oder 0·1% Inulin.

ermöglicht auch üppige Diatomeenentwicklung.

IX. 2 bis 3% Chlornatriumgelatine[7] [2 bis 3% ClNaGel.]

---

[1] Siehe Kapitel II, p. 12 [668].
[2] » » X, p. 39 [695].
[3] » » III, p. 20 [676], XIX, p. 101 [757].
[4] » » III, p. 19 [675], und X, p. 41 [697].
[5] » » III, p. 19 [675].
[6] » » XIII, p. 72 [728].
[7] » » III, p. 19 [675].

1000 T. dest. Wasser
20—30 *g* ClNa
100 *g* Gelatine
(Klärung mit Eiweiß)

X. Kartoffelscheiben.[1]

Ein Nährboden, auf dem die farblose Diatomee sehr gut gedeiht und der für ihre Kultur wohl zum ersten Male angewendet wurde, sind Salzkartoffeln.

Man verfährt dabei so, daß man die in Flußwasser abgekochten Kartoffelscheiben auf einen Tag in Triester Meerwasser legt und sie nach der ersten Sterilisation mittels $K_2Si_2O_5$ schwach alkalisch macht. Die Diatomeen entwickeln sich auf diesem gewiß ungewöhnlichen Substrat sehr üppig.

---

[1] Siehe Kapitel V, p. 25 [681].

VII. Über das Verhalten der Nitzschia putrida Benecke gegen den atmosphärischen und den von der Nährsubstanz absorbierten Sauerstoff.

Zwei der unangenehmsten Umstände bei der Überprüfung der gleichen Frage bei den rein gezüchteten braunen Süßwasserformen der Diatomeen[1] waren die, daß 1. die Diatomeen im Dunkeln nicht gedeihen wollten und 2., daß man bei der Zucht im Lichte auch im O-freien Raume nie sagen konnte, ob die Diatomeen, die sich recht gut entwickelten, wirklich ohne freien O auskamen oder sich den für ihr Gedeihen nötigen selbst erzeugten, so daß das betreffende Kapitel der früheren Arbeit mit den Resignation verratenden Zeilen[2] geschlossen werden mußte:

»Die exakte Beantwortung der Frage nach der obligaten oder fakultativen Aerobiose wird aber erst möglich sein, wenn jene Kombination organischer, beziehungsweise anorganischer N-Quellen bei geeigneter C-Zufuhr gefunden sein wird, die bei Ausschluß von Bakterien das Wachstum der Diatomeen auch im Dunkeln gestattet.«

In der *Nitzschia putrida* haben wir aber eine Diatomee vor uns, die im Dunkeln wächst und die als farbloser Organismus sich den Assimilationssauerstoff auch nicht selber zu erzeugen vermag; es war daher nur natürlich, daß ich der Frage nach der Notwendigkeit des atmosphärischen Sauerstoffes gerade bei ihr, so wie die ersten Reinkulturen erreicht waren, die volle Aufmerksamkeit zuwendete.

Der erste Versuch wurde daher schon am 25. April 1906 durchgeführt. Er bestand aus vier Stichkulturen in »Leuchtbakteriengelatine«,[3] von denen zwei in Absorptionsröhren mit Pyrogallussäure und 3 % KOH[4] gegeben, mit Stöpseln versehen und mit Paraffin gut verschmiert wurden. Die Kontrolle des Versuches erfolgte am 10. Mai, 6. Juli und 21. August.

Die Ergebnisse dieses und aller weiteren Experimente dürften wohl am übersichlichsten und unter Vermeidung vieler Worte zutage treten, wenn ich sie wieder unter Zugrundelegung der für die Tabellen I und II maßgebend gewordenen Zeichenerklärung in umstehender Weise graphisch wiedergebe.

Zur Erläuterung der Tabelle 3 muß noch darauf hingewiesen werden, daß die Bezeichnungen der Nährböden völlig verständlich werden, wenn man das Kapitel VI daraufhin durchgesehen hat, und daß 1. R und 2. R soviel bedeutet wie Diatomeen der ersten und zweiten Reinzucht. Es dürfte begreiflich erscheinen, daß ich bei den entscheidenden Versuchen, nachdem mir im November 1906 das zweite Mal die Reingewinnung der farblosen Diatomee geglückt war, auch dieses neue Material benützte, um dem Einwande zu begegnen, daß die gewonnenen Resultate nur für abnorm veränderte und nicht normalwüchsige farblose Nitzschien gelte.

Wie die Tabelle 3 zeigt, wurden also immer Parallelversuche durchgeführt mit Material beider Reinzuchten. Das der ersten war die sogenannte »lange Varietät«, Var. *longa*,[5] wie sie seit dem 9. November 1906 einer plötzlich aufgetretenen kleinen Form gegenüber unterschieden werden mußte. Ihre Geschichte spiegelt sich in der durch die folgenden Impfdaten gegebenen Reihe wider: 9. November 1906 → 22. Jänner → 26. Jänner → 1. Februar 1907 für den II., beziehungsweise → 17. Mai für den III. und vom 24. Mai 1907 für den IV. Versuch. Das Impfmaterial der zweiten Reinzucht stammte für den II. Versuch

---

[1] Oswald Richter, I, l. c., p. [73] 47.

[2] Derselbe, I, l. c., p. [75] 49.

[3] Siehe Molisch H., Über das Leuchten des Fleisches, insbesondere toter Schlachttiere. Bot. Zeitg. 1903, p. 14.

[4] Siehe Lehmann K. B. und Neumann R., Atlas und Grundriß der Bakteriologie. München 1896. Verl. von J. F. Lehmann (Text), p. 421.

[5] Siehe Kapitel XIX, p. 96 [752].

Tabelle 3: Über die Notwendigkeit freien Sauerstoffes für die Nitzschia putrida Benecke.

Tag der Beobachtung	O-Zutritt				O-Abschluß								Versuch vom:
	.				Pyrogallol				Erbsen				
			A	*B*	*A*	*B*							
10. Mai 1906													25. April 1906 mit Leuchtbakteriengelatine [1]
6. Juli 1906													
21. Aug. 1906													

Tag der Beobachtung	1. *R*		2. *R*				1. *R*		2. *R*		
	A	*B*	*a*	*b*			*A*	*B*	*a*	*b*	
22. Mai 1907											17. Mai 1907 mit Triest. Meerw. PDA. [2]
27. » 1907											
11. Juni 1907											
15. » 1907											

Tag der Beobachtung	1. *R*		2. *R*				1. *R*		2. *R*		
	A	*B*	*a*	*b*			*A*	*B*	*a*	*b*	
27. Mai 1907											24. Mai 1907 mit Triest. Meerw. PD Gel. [2]
31. » 1907											
25. Juni 1907											
8. Okt. 1907											

Tag der Beobachtung	1. *R*		2. *R*		1. *R*		2. *R*		1. *R*		2. *R*		
	A	*B*	*a*	*b*	*A*	*B*	*a*	*b*	*A*	*B*	*a*	*b*	
18. Juni 1907													15. Juni 1907 mit Triest. Meerw. PDA [2]
21. » 1907													
25. » 1907													
3. Juli 1907													
8. Okt. 1907													

[1] Vgl. Molisch H., Leuchtende Pflanzen, l. c., p. 61; siehe auch Kapitel VI, p. 28 [684], 4. Rezept.

[2] Vgl. das Kapitel VI, p. 28 [684], 3. Rezept.

aus der fünften, für den dritten aus der sechsten Überimpfung der rein gewonnenen Diatomee. Seine Geschichte wird aus den nachfolgenden Impfdaten klar: 13. November → 15. November → 22. November → 24. November 1906 → 22. Februar → 3. März 1907, für den II., beziehungsweise 17. Mai für den III. und vom

24. Mai 1907 für den IV. Versuch. Die Daten unter dem Ausdrucke »Versuch« sind die Impfdaten der betreffenden Experimente.

Endlich wären noch die Bezeichnungen »Pyrogallol« und »Erbsen« zu erläutern, die aus der Besprechung der Versuchsanstellung verständlich werden dürften.

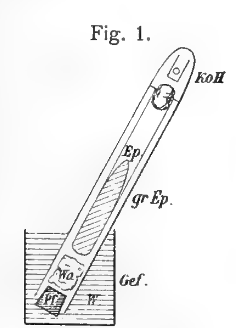
Zur Methodik der Versuche über die Notwendigkeit des Sauerstoffes für die farblose Diatomee möchte ich noch erwähnen, daß ich außer der üblichen von Buchner[1] eingeführten Absorption des O durch alkalisches Pyrogallol noch eine neue biologische Methode[2] in Anwendung brachte, die von Prof. Molisch herrührt und deren Veröffentlichung ich in seinem Auftrage besorge. Der Gedanke, der ihr zugrunde liegt, ist sehr einfach und leicht verständlich. Keimlinge atmen ungemein stark und veratmen relativ rasch den Sauerstoff eines abgeschlossenen Luftquantums. Man kann sich davon leicht überzeugen, wenn man die Keimlinge mit einer Leuchtbakterienkultur luftdicht abschließt. Schon nach 6 Stunden ist das Leuchten fast nicht mehr zu sehen und nach 12 Stunden kann man auch bei längerem Verweilen in einer Dunkelkammer absolut kein Licht der Bakterienkultur bemerken.

Das Wörtchen »luftdicht« habe ich sperren lassen, denn es wird selbst in der neuesten umfassenden Arbeit über die Kultur der obligaten Anaerobionten von Kürsteiner,[3] in der auch die gesamte Literatur über diese Frage nachgesehen werden mag, noch immer zu wenig betont. Kürsteiner[3] zeigt, daß das allübliche Beschmieren der Gummistöpsel mit Paraffin nicht nur nichts nützt, sondern geradezu durch Auftragen eines O-Speichers schädlich wirkt. Ist nun diese Erkenntnis gewiß von außerordentlichem Werte für die Vereinfachung der Methode und erweist sich auch die von Burri[4] empfohlene Tränkung eines dem Gummipfropf unmittelbar anliegenden Wattepfropfes mit dem alkalischen Pyrogallol als ungemein wertvolle Sauerstoff-Abfangvorrichtung, so ist damit doch noch nicht dem Luftsauerstoff das Eindringen in die Eprouvette bei längerer Versuchszeit endgültig abgeschnitten. Diesem Übelstand sollte, noch ehe Burri's Arbeiten seine weitgehenden Verfeinerungen der Anaerobiontenkultur bekannt machten, durch einen Quecksilberabschluß abgeholfen werden,[5] doch brachte man damit die Fehlerquelle der giftigen Dämpfe als beirrenden Faktor in die Versuchsanstellung.

Nimmt man nun statt Hg Leitungswasser, so wird der Vorteil, den der Hg-Abschluß bot, erhalten, ohne dessen Nachteile mit in den Kauf nehmen zu müssen.

Die neue Versuchsanstellung ist also die der folgenden schematischen Figur.

Fig. 1.



Schematische Darstellung der Versuchsanordnung für die Herstellung eines völlig O-freien Kulturraumes.

Gef. = Glasgefäß,
W. = Leitungswasser,
Pf. = Gummipfropf,
Wa. = Watte, getränkt mit alkalischem Pyrrogallol, von Molisch durch Keimlinge ersetzt,
Ep. = Kultureprouvette,
gr. Ep. = große Eprouvette als Begrenzung des O-freien Raumes,
KOH = Gläschen mit Kalilauge, nur eingefügt, wenn Keimlinge als O-Absorbens fungieren.

Da Molisch's neue Methode der Herstellung eines O-freien Raumes eine biologische Methode ist, so erhellt sofort daraus, daß ihre Güte und Brauchbarkeit von den biologischen Faktoren, insbesondere der Wärme, abhängt. Im kühlen Zimmer benötigt man zum Auslöschen der Leuchtbakterien rund vier-

---

1 Buchner H., Eine neue Methode zur Kultur anaerober Mikroorganismen. C. f. B. u. P., 1888, 2. Jahrg., IV. Bd., p. 149.

2 Als O-Absorbens wurde auch Schafleber u. dgl. empfohlen; vgl. darüber Note 3.

3 Kürsteiner J., Beiträge zur Untersuchungstechnik obligat anaerober Bakterien sowie zur Lehre von der Anaerobiose überhaupt. C. f. B. u. P., II. Abt., Bd. XIX, Nr. 4/6. Untersuchungen über Anaerobiose mit Anwendung der Leuchtbakterienmethode als Kontrollmittel für das Fehlen des Sauerstoffs. Schweizerische wissenschaftl. Nachrichten, 1, Jg., 1907, p. 17 u. 23.

4 Burri R., vgl. bei Kürsteiner J.

5 Hesse W., Ein neues Verfahren d. Züchtung anaerober Bakterien. Z. f. Hygiene u. Infekt., Bd. XI, 1891, p. 237. — Z. f. w. Mikroskopie, Bd. IX, 1892, p. 242.

mal so viel Zeit als im warmen Thermostaten mit einer Temperatur von 23° C. In diesem Falle ist aber die Wirkung ausgezeichnet.

Von Wichtigkeit ist bei der Verwendung der Keimlinge ein Körnchen KOH zur Absorption der gebildeten CO_2, die nämlich, in größerer Menge entwickelt, leicht eine Lockerung des Stöpsels bedingen kann. Die KOH wird, wie die Fig. 1 darstellt, in einem kleinen Gläschen über den Wattepfropf der Eprouvette (Strichkultur) untergebracht. Durch die Absorption des CO_2 entsteht übrigens auch ein luftverdünnter Raum, wodurch der Stöpsel der großen Eprouvette noch fester in sie hineingetrieben wird.

Stellt man vergleichende Versuche mit Strichkulturen von *Bacterium phosporeum* (Cohn) Molisch an nach der Methode von Molisch mit Keimlingen und KOH und nach Buchner-Burri in der verfeinerten, in der Fig. 1 dargestellten Versuchsanordnung, so arbeiten beide O-Absorbenten gleich rasch.

Es dürfte sich daher die einfache Molisch'sche Versuchsanstellung in pflanzenphysiologischen Laboratorien, wo gewöhnlich Keimlinge zur Verfügung stehen, rasch einbürgern.

Es war nur natürlich, daß auch ich mir diese einfache O-Absorptionsmethode bei meinen Versuchen zu eigen machte und auf derartig durchgeführte Experimente deutet das Wörtchen »Erbsen«.

Die Versuchsanstellung war also im I. Versuch nur Absorption des O durch Pyrogallussäure, im II. und III. nur durch Erbsen, im IV. durch beide.

Da jeder der Versuche II und III durch die Rücksichtnahme auf die beiden Reinzuchten eigentlich aus zwei, der IV. mit Rücksicht auf die Anwendung von Pyrogallussäure neben »Erbsen« aus 8 Teilversuchen mit je 4 Eprouvetten besteht, die Gesamtmenge der Teilversuche also die Zahl 12 erreicht, so dürften die gewonnenen Ergebnisse wohl als hinreichend gestützt erscheinen.

Alle Versuche zeigen übereinstimmend innerhalb der ersten 20 Tage im O-freien Raume nicht eine Spur von Entwicklung. Die in dem ersten Experiment nach $1^1/_2$ Monaten, im zweiten nach fast 1 Monat in einzelnen Eprouvetten beobachtete und auch durch die mikroskopische Untersuchung erwiesene Entwicklung möchte ich durch zufälliges Undichtwerden des Verschlusses oder die Paraffinwirkung erklären (der Wasserabschluß kam nämlich damals noch nicht in Verwendung).

Am sprechendsten sind Versuch III und IV, wo noch am 8. Oktober, also nach $4^1/_2$ Monaten, entweder nicht eine Spur oder erst nach langer Zeit eine ganz geringe Entwicklung zu sehen war.

Dagegen zeigten die Kontrolleprouvetten bei O-Zutritt stets massenhaft Diatomeen. Beim letzten Versuch z. B. finde ich in meinem Protokoll die Bemerkung: »Bei Luftzutritt Unmassen von Diatomeen, die dichtgefaltete Häute bilden«.

Nach diesen Ergebnissen kann man wohl mit gutem Gewissen erklären, daß die farblose *Nitzschia* freien O für ihre Entwicklung braucht.[1]

Gleichzeitig lehren aber die gemachten Experimente auch, daß sie ungemein lang ohne direkte Zufuhr von Sauerstoff, ich stelle mir vor, in einer Art Luftmangelstarre auszuhalten vermag, so daß sie bei plötzlichem O-Zutritt in wenigen Tagen üppige Kolonien bildet. Ich habe mich beim Auseinandernehmen der geglückten Versuche und längerem Stehenlassen in normaler Atmosphäre oft von dieser Tatsache des Neuerwachens überzeugen können und nur so ist das plötzliche Auftreten von Diatomeenkolonien im IV. Versuche verständlich. Offenbar trat aus irgendeinem Grunde eine leichte Lockerung der Stöpsel der Eprouvetten *B* und *a* des Pyrogallolversuches ein und ermöglichte so eine Entwicklung der noch am Leben gebliebenen Diatomeen. Dauert der Versuch genug lange, so sterben aber die meisten oder alle Diatomeen unter eigentümlichen Schwärzungserscheinungen ab; doch darüber vgl. das Kapitel XVI, p. 80 [736].

Zum Schlusse sei noch ein Gedanke erwähnt, der durch das Ergebnis des II. Versuches nahegelegt war.

---

[1] Mit diesem Befunde würde auch Benecke's (I, l. c., p. 554 und 558) Angabe von einer positiven Aerotaxis gut harmonieren. Doch spricht er an einer anderen Stelle (p. 556) von einem Anpassungsvermögen der Nitzschien »an so geringe Sauerstoffspannungen, wie die Beggiatoen sie nach Winogradsky's Untersuchungen lieben«.

Am Versuchsschluß roch nämlich der Inhalt der Absorptionsröhre infolge von in den abgestorbenen Erbsen tätigen Bakterien sehr stark nach Buttersäure. Da die Entwicklung in den »O-freien« Kulturen so üppig war, ließ sich die Annahme einer »fakultativen Anaerobiose« nicht von der Hand weisen, und zwar vermutete ich, daß vielleicht die Buttersäure diese Wirkung bedinge, indem die Diatomee imstande sei, bei O-Mangel den O aus der Buttersäure oder irgendeiner anderen Substanz abzuspalten.

Da aber der IV. eigens zur Überprüfung dieser Frage hergestellte Versuch nichts dem II. Analoges zeigte, habe ich die Sache nicht weiter verfolgt. Es wäre aber immerhin denkbar, daß man noch eine organische Verbindung ermitteln dürfte, die der farblosen Diatomee auch im O-freien Raume durch Abspaltung des O aus dieser Verbindung ein ganz erträgliches Dasein bieten, sie zu einem fakultativen Anaerobionten stempeln würde.

Von dem letzten Versuche wurden 8 Eprouvetten photographiert (Fig. 5, Taf. II), die ganz deutlich die Wirkung des O-Zutrittes wiedergeben.

Ich möchte nun noch auf die Photographie Fig. 2, Taf. II, des Kochsalzversuches vom 14. März 1907 hinweisen, wo man in den Stichkulturen, besonders bei 3, 4, 5% ClNa ganz deutlich Bilder wahrnimmt, die den Bildern völlig gleichen, welche Hiekel[1] vom Soorpilz bekommen hat, wenn er ihn in Stichkulturen hielt. Es dürfte daher kein Fehlschluß sein, wenn man annimmt, daß unsere Diatomee ähnlich wie der Soor an eine ganz bestimmte Sauerstoffspannung besonders angepaßt ist, die unter der normalen Sauerstoffspannung liegt. Verbände man nun diejenigen Stellen, bis wohin in gleichen Zeiten die Diatomeen bei horizontalem Wachstum in der Gelatine gelangt sind, miteinander, so bekäme man, wie Hiekel[2] beim Soorpilz eine Kurve, die uns über das Sauerstoffbedürfnis der *Nitzschia putrida* eine klare Vorstellung verschafft.

Das Ergebnis dieses Kapitels würde also lauten: Die *Nitzschia putrida* Benecke ist ein an eine etwas niedere O-Spannung, als die der Luft ist, angepaßter Aerobiont, womit Benecke's [3] frühere Bemerkung über mäßige Aerobiose in völligem Einklang stünde. Auch könnte man auf jene Erfahrungen hinweisen, die diesbezüglich bei den braunen Süßwasserformen bei Zucht in Schüttelkulturen[4] gemacht wurden.

---

1 Hiekel R., Beiträge zur Morphologie und Physiologie des Soorerregers (*Dematium albicans* Laurent = *Oidium albicans* Robin). Sitzungsber. der kaiserl. Akademie der Wissensch. in Wien, mathem.-naturw. Klasse, Bd. CXV, Abt. I, Februar 1906, Fig. 11 und 12.

2 Hiekel R., l. c., p. [172], 14.

3 Benecke W., I, l. c., p. 556.

4 Richter Oswald, I, l. c., p. [74] 48.

VIII. Auxanogramme.

Negative Auxanogramme.

Daß braune Süßwasserdiatomeen vorzügliche Objekte zur Demonstration der sogenannten Auxanogramme abgeben, ist bereits früher[1] dargetan worden. Es lag daher der Gedanke nahe, die farblose Diatomee auch in dieser Beziehung zu überprüfen.

Den Anstoß dazu gab eine Beobachtung vom 15. Februar 1907.

In eine Petrischale, die mit der *Nitzschia putrida* geimpft worden war und die eine prächtige Entwicklung der Diatomee aufwies, mußte von der Seite ein *Penicillium* eingeflogen sein, denn am 15. Februar sah man einen Halbkreis von $^1/_2$ *cm* Radius ganz durchwuchert von diesem Pilze und um ihn herum eine $^1/_2$ *cm* breite, ringförmige Zone, in der man makroskopisch gar keine Diatomee sah, während jenseits derselben die Diatomeen in dichten Massen gelagert waren. Das Bild konnte nur so gedeutet werden, daß die wenigen im Mikroskop sichtbaren Diatomeen der makroskopisch »leeren« Zone durch die Ausscheidungsprodukte des Pilzes getötet worden waren und daß jenseits der Giftzone des ungebetenen Eindringlings Bedingungen im Nährboden entstanden, die auf das Diatomeenwachstum ungemein förderlich wirkten. — Man hatte es hier mit einem negativen Auxanogramm zu tun, entstanden durch die Giftwirkung eines Pilzes, was um so weniger wundern kann, als Penicillien sehr oft Oxalsäure auszuscheiden pflegen[2] und wir eben[3] erkannt haben, daß für die *Nitzschia putrida* eine schwach alkalische Reaktion allein brauchbar ist.

Ein in ähnlicher Weise gewonnenes negatives Auxanogramm wurde am 14. Mai 1907 aufgenommen. Dabei war die Diatomee auf einer Agarscheibe mit 2·5% Agar in Strichform geimpft worden. Der diatomeenfreie Ring um den Pilz war 5 *mm* breit (vgl. Fig. 11 der Taf. III).

Positive Auxanogramme.

Am 3. Februar 1907 wurden mit einem Agar der folgenden Zusammensetzung:

1000	T. dest. Wasser,	0·05 *g*	$MgSO_4$,
18 *g*	gewässertes Agar,	Spur	$FeSO_4$,
0·2 *g*	$Ca(NO_3)_2$,	Spur	$K_2Si_2O_5$,
0·2 *g*	K_2HPO_4,	30 *g*	ClNa

Dichtsaaten von farblosen Diatomeen hergestellt und nun mit sterilen Glasstäben Leuzin-, beziehungsweise Peptontropfen aufgetragen. Andrerseits wurde auf Schalen mit Leuzin-, beziehungsweise Peptonagar ohne Kochsalzzusatz immer je ein Tröpfchen NaCl oder NaOH fallen gelassen.

Bereits nach 8 Tagen sah man in den mit Pepton- und Leuzintropfen versehenen Schalen, leider aber allerwärts im Agar, Diatomeenkolonien.

---

[1] Oswald Richter, I, l. c., p. [83] 57.

[2] Bary A. de, Vergleichende Morphologie und Biologie der Pilze, Mycetozoen und Bakterien. Leipzig, Verl. b. W. Engelmann, 1884, p. 11. Siehe auch Wehmer C., Entstehung und physiologische Bedeutung der Oxalsäure im Stoffwechsel einiger Pilze. Bot. Zeitg., 1891, 49. Jahrg., p. 233.

[3] Vgl. Kapitel V, p. 26 [682].

Auch spätere, im März 1908 mit Tröpfchen Triest. Meerw. P D A. und ClNa M S A. ausgeführte Versuche fielen analog aus.

Den Grund für diese Mißerfolge möchte ich darin sehen, daß die Diatomee, wie früher[1] dargetan wurde, auch das Agar im Notfall zu assimilieren vermag. Man wird also auf diese Weise nicht zu positiven Auxanogrammen kommen. Dagegen dürften Monokaliumphosphat-Agarplatten, an einer Stelle mit einem Tröpfchen KOH oder K_2HPO_4 schwach alkalisch gemacht, ganz prächtige Auxanogrammbilder liefern, wenigstens erweckten die in Kapitel V, p. 25 [681], beschriebenen Kulturen auf Monokaliumphosphat mit der dichten Ansammlung der Diatomeen um die Impfmasse ganz diesen Eindruck.

Schließlich könnte man auch die ungewöhnlich starke Vermehrung der farblosen Nitzschien rings um die Giftzone der Pilzrasen, wie sie früher beschrieben wurde, als ein positives Auxanogramm der leichter und weiter ins Agar diffundierenden Stoffwechselprodukte der Pilze deuten. (Vgl. Fig. 11 der Tafel III den Pilzrasen rechts oben.)

---

1 Siehe Kapitel III, p. 20 [676].

IX. Versuche über Oligodynamie.

Im Anschluß an die angeführten Experimente über die Erzeugung negativer Auxanogramme wurden im Hinblick auf die positiven Ergebnisse mit braunen Süßwasserdiatomeen[1] auch einige Versuche über die oligodynamische Wirkung von Kupfer- und Nickelmünzen auf die *Nitzschia putrida* durchgeführt.

Am 25. Februar 1907 wurden in je zwei mit gut gereinigten Zehnhellerstücken und in zwei mit ebenso gereinigten Hellermünzen versehene sterilisierte Petrischalen Dichtimpfungen der Diatomee in Agar ausgegossen und nach dem Erstarren des Agars in gewohnter Weise auf Keimschalen, bedeckt von Glas- und Blechsturz, untergebracht.

Nach 14 Tagen war der Ring um die Kupfer- und Nickelmünzen ungemein deutlich zu sehen, bei den Kupferstücken blieb er auch bis zum Versuchsschluß gleich breit. Am 14. Mai wurden die in den Fig. 9 und 10, Taf. III wiedergegebenen Photographien eines derartigen Versuches hergestellt.

Ich möchte hier bezüglich der Aufnahmen bemerken, daß die eine der Photographien (Fig. 10) bei sehr schräg auffallendem Sonnenlicht und fast geschlossener Blende, die andere nach Vitalfärbung mit Neutralrot[2] und bei durchfallendem Lichte gewonnen wurde (vgl. Fig. 9).

Die in den genannten Figuren dargestellte Ringzone maß an ihrer breitesten Stelle 6 *mm*, an ihrer schmälsten 3 *mm*, war also bedeutend schmäler als die, welche man mit Hellermünzen bei Anwendung der braunen Süßwasser-*Nitzschia* erhielt.[1] Im Einklang damit steht auch die Erfahrung, daß die farblosen Diatomeen an eine Nickelmünze später völlig herankamen und sich nicht weiter um ihre Gegenwart zu bekümmern schienen, während sie bei dem zweiten Zehnhellerstück nur einseitig eine scharfe Zone von bis 5 *mm* Breite frei ließen.

Wenn man die Bilder genauer betrachtet, so wird man auch bemerken, daß die Kolonien am Ringumfang völlig einseitig ausgebildet erscheinen,[3] was meiner Meinung nach darin seine Erklärung findet, daß alle jene Diatomeen, die sich mit Rücksicht auf die normale Zwickelform der Kolonie gegen die Hellermünze hätten vorschieben sollen, abgestorben sind, während die von der Gegenseite, weil in unvergiftetem Gebiet, sich üppig weiter entwickeln und reichlich Nachkommen erzeugen konnten. Die Kolonien machten daher im Mikroskop jenen Eindruck, wie wir ihn bei bloß in der Windrichtung mit Ästen versehenen Stämmen bekommen.

Diese Versuche beweisen, daß sich die *Nitzschia putrida* Benecke ebensowenig der oligodynamischen Wirkung von Metallen zu entziehen vermag wie die *Nitzschia Palea* Kütz.

Doch dürfte aus dem Gesagten hervorgegangen sein, daß auch, was die Widerstandsfähigkeit gegen Gifte anlangt, die *Nitzschia putrida* sich als besser ausgerüstet erwiesen hat als ihre verwandte braune Süßwasserform.

---

1 Oswald Richter, I, l. c., p. [84] 58.

2 Siehe Kapitel XVIII, p. 90 [746].

3 Siehe Kapitel XX (1), p. 105 [761].

X. Ausscheidungen der Nitzschia putrida Benecke.

1. Versuche über die Ausscheidung von Fermenten.

a) Ausscheidung eines proteolytischen Enzyms.

Wie noch in einem späteren Kapitel weiter ausgeführt wird,[1] vermag die *Nitzschia putrida* ähnlich wie ihre reinkultivierten braunen Verwandten[2] des Süßwassers Gelatine zu verflüssigen (vgl. Photographie Fig. 3, 5 und 6, Taf. II), was schon an und für sich nach den landläufigen bakteriologischen Auffassungen das Vorhandensein eines proteolytischen Enzyms beweist. Immerhin wollte ich noch mit der Eijkmann-Hastings'schen Agarmethode einen Beweis mehr bringen, eine nicht vergebliche Mühe, wie der Erfolg bewies.

Der erste diesbezügliche Versuch wurde am 7. April begonnen. In Verwendung kamen drei Sorten von Nähragar:

1. 2% ClNa M S A.: 4 Schalen und 3 Eprouvetten,
2. Triest. Meerw. P D A.: 4 Schalen und
3. Triest. Meerw. P Gl. A.: 2 Schalen.

Der Milchzusatz wurde so gewählt, daß ein rund 10% Milchagar entstand. Die verwendete Milch war nicht abgerahmt. Zur Kontrolle wurden noch 2 Schalen Triest. Meerw. P D A. ohne Milchzusatz geimpft: 4.

Am 10. April, 9^h früh, somit nach rund bloß 65 Stunden, sah man bei

1 in einer Schale, entsprechend den in Kreuzform gezogenen Impfstrichen, ein deutliches helles Kreuz, in drei Schalen um die Impfmasse deutliche helle Zonen; in

2 und 3 wohl reichliche Diatomeenentwicklung, aber keine hellen Zonen um die Diatomeenmassen. Es machte den Eindruck, als ob die Diatomee deshalb, weil ihr das Pepton, das gelöste Eiweißderivat, in so reichlicher Menge zur Verfügung stand, auf die Aufnahme des Milcheiweißes verzichtete.

In 4 endlich war prächtige Entwicklung zu sehen.

In den Eprouvetten war die Entwicklung auch vorzüglich vor sich gegangen, doch offenbar wegen der Dicke der Schichte eine Auflösung des Kaseins nicht zu sehen.

Der 13. April brachte nun insofern eine außergewöhnliche Überraschung, als sich bei der mikroskopischen Untersuchung der in prächtigster Entwicklung begriffenen Schalenkulturen des 2% ClNaMSA. herausstellte, daß die Diatomeen zu massenhafter Plasmodienbildung geschritten waren, während bei den Kontrollkulturen aber auch nicht eine Spur dergleichen zu sehen war. Davon wird später[3] ausführlich die Rede sein. Da bisher in 2 und 3 noch keine Spur der in 1 doch zweifellos nachgewiesenen Fermentwirkung zu sehen war, schien die Annahme von dem Vorhandensein eines »Wahlvermögens« begründet.

Am 23. April hatten nun auch die Schalenkulturen von 2 und 3 ihre hellen Ringzonen. In 1 erschienen die aufgehellten Partien natürlich um ein Vielfaches breiter, waren aber auch breiter als am 13. April. Die mikroskopische Untersuchung ergab in allen untersuchten Schalen von 1 Plasmodienbildung, in zwei Schalen gingen sogar ganze Kolonien in Plasmodien über. Dagegen sah man in 2 und 3 keine Spur von Plasmodienbildungen. Es braucht wohl kaum betont zu werden, daß die Vitalfärbung mit Neutralrot[4] auch hier wieder zur Vergewisserung, daß die sonderbaren amöbenartigen Gebilde den Diatomeen angehörten, herangezogen wurde.

---

[1] Siehe Kapitel XX (5), p. 108 [764].

[2] Oswald Richter, I, p. 64 [90]; vgl. hier auch die einschlägige Literatur.

[3] Vgl. Kapitel XIX, p. 101 [757].

[4] Vgl. Kapitel XVIII, p. 88 [744].

Tabelle 4. Über die Ausscheidung eines proteolytischen Enzymes durch die Nitzschia putrida Benecke.

Tag der Beobachtung	Impfung mit der »farblosen Diatomee« vom 1. November etc.								Impfung der Milchplasmodien vom Versuch vom 7. April, p. 39 [695]								Impfung der »farblosen Diatomee« vom 1. November etc., auf				Impfung der Milchplasmodien vom Versuch vom 7. April, p. 39 [695] auf				Impfung der »farblosen Diatomeen« vom Auxanogr. vers. [2]		Impfung mit der »farblosen Diatomee« von Nr. 4, dunkel, kein Wasserschutz des Lichtversuches vom 8. April 1908 p. 50 [706]									Impfung des Plasmodienmateriales vom 2% ClNaMSA. mit Milchzusatz, p. 39 [695]								
	Vollmilch				Magermilch				Vollmilch				Magermilch				PD Triest. Meerwasser + Vollm.		2% ClNa MSA.		Triest. Meerwasser PD ohne Milch		2% ClNa MSA.				Kaseïn			Milchzucker			2% ClNa MSA. 0·5% P, 0·5% D			Kaseïn			Milchzucker			2% ClNa MSA. PD		
	filtriert		nicht filtriert		filtriert		nicht filtriert		filtriert		nicht filtriert		filtriert		nicht filtriert																													
	I	II	1	2	I	II	1	2	I	II	1	2	I	II	1	2	I	II	1	2	I	II	1	2	*A*	*B*	I	II	III	1	2	3	*A*	*B*	*C*	I	II	III	1	2	3	*A*	*B*	*C*
28. April																																												
30. »																																												
29. Mai																																												

Breite der aufgehellten Zone in Millimetern diesseits und jenseits des Impfstriches zusammengenommen:

30. April	8	8	5	7	8·5	8	8	8·5	2	3	3	2	8	9	7	5	3	θ																										
30. »		*Pl*		*Pl*	*Pl*																																					*Pl*		
29. Mai	*Pl*	*Pl*	*Pl*			*Pl*	*Pl*														[1]																							

Geschichte des Impfmaterials: 1. November → 8. November → 21. Dezember 1907 → 25. Februar → 7. April → 25. April 1908. *Pl* = Plasmodien.

[1] Regeneriert. Siehe Kapitel XIX., p. 96 [752].

[2] Siehe Kapitel VIII, p. 36 [692].

Am 24. April wurde ein neuer Versuch eingeleitet, der gewissermaßen eine mit diesem neu rein gewonnenen Organismus, der *Nitzschia putrida*, durchgeführte Überprüfung des Hastings'schen Milchagarrezeptes darstellt, gleichzeitig aber auch feststellen sollte, welcher Stoff der Milch für die Plasmodienbildung verantwortlich zu machen sei, da ein sicheres Rezept für die Gewinnung der Plasmodien für weitere Versuche über die Aufklärung ihrer eigentlichen Natur daran hätte geknüpft werden können.

Für die Wahl der Gewichtsmengen an Kasein und Milchzucker war mir die von Dammer[1] angeführte Analyse der Kuhmilch maßgebend, nach der 100 Teile Kuhmilch 54·04 Käsestoff und 40·37 Zucker enthalten. Es sei noch erwähnt, daß die Milch nach dem ersten Aufkochen für einen Teil der Eprouvetten filtriert, für den anderen unfiltriert in Anwendung kam.

Somit stellte sich die Zusammensetzung des Versuches wie folgt:

I. 2% ClNaMSA. mit Fettmilch { 1. filtriert, 2. nicht filtriert.

II. 2% ClNaMSA. mit Magermilch { 1. filtriert, 2. nicht filtriert.

III. 2% ClNaMSA. mit 0·5% Pepton und 0·5% Dextrin als Zusatz.

IV. 2% ClNaMSA. mit 0·54% Kasein.

V. 2% ClNaMSA. mit 0·4% Milchzucker.

Vergleicht man die Tabelle 4, so wird man finden:

1. Die noch relativ hochstehende Diatomeenform der *Nitzschia putrida*, die Var. *lata*, wächst viel rascher als das »Plasmodienmaterial« und jene Variationsgestalten, die eben an der Grenze der Plasmodienbildung stehen. Als Folge dieser rascheren Entwicklung tritt eine vermehrte Fermentbildung auf, die eine raschere Auflösung des Milchkaseins zur Folge hat.

2. In Übereinstimmung mit Hastings' Erfahrungen an Bakterien ist Magermilch der fetten Vollmilch für unsere Experimente vorzuziehen.

3. Zu einer Zeit, wo bei Verwendung von 2% ClNaMSA.+Milch schon eine ausgiebige Lösung des Milchkaseins zu sehen war, war bei dem entsprechenden Versuche mit Triest. Meerw. PDA. entweder keine oder eben die erste Andeutung einer Fermentwirkung zu beobachten. Diese Versuche ließen die Interpretation zu, daß den Diatomeen eine Art Wahlvermögen zukommt, das sich darin bekunden würde, daß sie, im Falle ihnen leichter assimilierbare organische Verbindungen zur Verfügung stünden zuerst diese und erst, wenn diese verbraucht wären, minder geeignete sich nutzbar machen würden. Ein neuer Versuch nach dieser Richtung vom 3. Mai 1903 mit frisch hergestelltem Triest. Meerw. PD- und 2% ClNa MSA. hat diese Ansicht bestätigt, indem bereits am 5. Mai wohl im 2% ClNa MSA. mit Milchzusatz das Milchkasein gelöst war, während sich in den Kontrollschalen noch keine Kaseinlösung zeigte. Am 6. Mai wurde die MS-Kultur von den PD-Diatomeen schon eingeholt, so daß der Unterschied nicht so lange nachhielt wie in dem in Tabelle 4 wiedergegebenen Versuche. Das bei dem »Tabellenversuche« verwendete Agar war etwa zwei bis drei Monate alt und konnte auch durch seine größere Konsistenz der Diffusion und Ausbreitung des Fermentes Schwierigkeiten bereitet und so die besonders auffallenden und tagelang feststellbaren Unterschiede bedingt haben.

4. Das käufliche Kasein erscheint für die Diatomee als Gift. Diese Erfahrung, daß käufliche Eiweißkörper, selbst als purissimum gekauft, auf empfindliche Pflanzenzellen giftig wirken, ist keineswegs neu.

---

[1] Dammer O. und Rung F., Chemisches Handwörterbuch. 1892. Union, Deutsche Verlagsgesellschaft, Stuttgart, Berlin, Leipzig, p. 406.

So ergab sich bei den Untersuchungen von Lidforss[1] »Über den Chemotropismus der Pollenschläuche«, daß selbst die besten für chemische Analysen reinsten Diastase- und Albuminpräparate wegen ihrer Giftwirkung unbrauchbar waren. Das erklärt sich daraus, daß dem Experimentator der Einblick in die Darstellungsweise des Präparates durch die Fabrik fehlt, so daß er unbewußt Spuren von Säuren u. dgl. mit dem Eiweißpräparat zum Experiment verwendet und so die Kulturobjekte vergiftet.

5. In Übereinstimmung mit älteren Erfahrungen[2] über die Ernährung sehen wir die farblose Diatomee in Mz A.[3] trefflich fortkommen. Es ist damit wieder gezeigt, daß sie bei passender C-Quelle mit dem N in der Nitratform als N-Quelle völlig auskommt.

6. Die abgemessenen Breiten der Lösungszonen erreichten im MSA. schon nach zwei Tagen die auffallende Größe von 8 *mm*, die in der Folge noch bedeutend zunahm.

7. Die mikroskopische Untersuchung stellte fest, daß im 2% ClNa MSA. mit Milchzusatz bei der Impfung der Var. *lata* nach acht Tagen Plasmodienbildung eintrat, während im Kontrollagar Triest. Meerw. PD. mit und ohne Milch keine Spur einer Plasmodienbildung zu sehen war. Eine besondere Betonung verdient die Tatsache, daß auf dem 2% ClNa MSA. mit 0·5% Pepton- und 0·5% Dextrinzusatz bei der Impfung der Plasmodien des Milchagarversuches vom 7. April am 23. Mai überaus reichliche und große Plasmodien zu sehen waren. So kamen wieder jene Bilder der Umwandlung ganzer Kolonien in Plasmodien zustande, die in Fig. 24, Taf. IV als das Produkt einer allmählichen Veränderung durch systematische Überimpfung auf Kulturschalen stets eines Substrates von unveränderter Zusammensetzung dargestellt wurden.

War es damals »Altersschwäche«, so war es diesmal die Wahl des Substrates, die die abnormen Veränderungen der Diatomee hervorrief.

Die eben besprochenen, bei Anwendung hauptsächlich von 2% ClNa MS-Milchagar gewonnenen Plasmodienbildungen erzeugten den Wunsch, durch Kombination mit anderen Faktoren die Plasmodienerzeugung noch sicherer in die Hand zu bekommen. Es wurde also jener Versuch durchgeführt, der in dem II. Kapitel, p. 11 [667] beschrieben, als Versuch VII in die Tabelle I eingetragen wurde und dessen Ergebnisse daselbst graphisch dargestellt sind. Hier interessieren uns nur jene Resultate, die er über die Auflösung der Milch ergab, also die des II. Teilversuches, weil sie uns über das Vorhandensein und die Leistungsfähigkeit des Fermentes einen weitgehenden Aufschluß zu geben vermögen.

Schon die erste Untersuchung vom 18. Mai zeigte, daß in allen Schalen ohne Unterschied unabhängig vom Kochsalzgehalte des Substrates, also auch in der ClNa-freien Schale eine Auflösung des Kaseins um die Impfmasse stattgefunden hatte. Dort, wo Entwicklung zu sehen war, also von 0·3% ClNa aufwärts, war die Auflösung natürlich auch um die Impfstriche zu bemerken.

Dieses zunächst überraschende Ergebnis findet seine Erklärung entweder darin, daß das mit der Impfmasse eingebrachte Stückchen Triest. Meerw. PDA. zwar nicht zur Entwicklung der Diatomeen, wohl aber so weit ausgereicht hat, sie noch einige Tage am Leben zu erhalten, wodurch sie in den Stand gesetzt wurden, fermentativ tätig zu sein, oder aber darin, daß das Ferment trotz des Absterbens der Diatomeen noch zu wirken imstande ist. Die am 31. Mai 1908 durchgeführte mit Plasmolyse durch 10% ClNa verbundene mikroskopische Untersuchung stellte jedenfalls den sicheren Tod der Diatomeen fest.

Es wurden in der Folge noch etliche Versuche über das Vorhandensein eines eiweißlösenden Fermentes mit 2% ClNa MSA. ausgeführt, alle mit demselben positiven Erfolge. Dagegen mißglückte ein Experiment, durch Zerreiben der Diatomeen mit Sand in Triest. Meerw. das Ferment zu isolieren, völlig, offenbar wegen der doch zu geringen Menge des isolierten Stoffes.

---

1 Lidforss Bengt, Über den Chemotropismus der Pollenschläuche. (Vorl. Mitt.) Ber. d. d. b. G., Bd. XVII, 1899, p. 240.

2 Vgl. das Kapitel III, p. 19 [675].

3 Vgl. das Kapitel VI, p. 29 [685].

Es sei daher nur noch zum Schlusse auf die Photographie Fig. 14, Taf. III hingewiesen, die, vor dunklem Hintergrund aufgenommen, in unzweideutiger Weise zeigt, daß die farblose Diatomee *Nitzschia putrida* tatsächlich ein gelatine- i. e. eiweißlösendes Ferment besitzt, dessen Nachweis nicht nur durch die vielfach beobachtete Gelatineverflüssigung, sondern auch mit dem Eijkmann-Hastings'schen Magermilchagar gelingt.

b) Ausscheidung eines agarlösenden Fermentes.

Da sich bei der Kultur der braunen Süßwasserdiatomeen[1] herausgestellt hatte, daß sie imstande sind, Agar zu lösen, wurden auch mit der farblosen Diatomee *Nitzschia putrida* entsprechende Versuche gemacht, die gleichfalls zu positiven Resultaten führten. Die Versuchsanstellung ist einfach die folgende: Man gießt Plattenkulturen und wartet die Koloniebildung ab, nach etwa 7 Tagen sind die Kolonien so weit herangewachsen, daß sie einen dichten zentralen Kern und eine lichtere periphere Zone, diese auf der Oberfläche des Agars gebildet haben. Von jetzt ab kann man das allmähliche Einsinken der Kolonien in das Agar und dessen Ausgefressenwerden beobachten, bis schließlich die ganze Platte den mehr minder korrodierten Charakter einer tief eingeschnittenen Hügellandschaft trägt. In der Art glückt auch bei den Süßwasserformen der Nachweis des agarlösenden Fermentes am besten, während Agar-Stich- und Agar-Strichkulturen dazu weniger geeignet sind. Das hängt offenbar mit der Dicke der anzugreifenden Schichte, vielleicht auch mit einem Herabfließen der wirksamen Substanz zusammen.

Die Erscheinung deucht mir vergleichbar mit dem Nachweis des eiweißlösenden Fermentes nach Eijkmann und Hastings, wo man gleichfalls am zweckmäßigsten Platten gießt und nicht Eprouvetten verwendet, wenn man die Auflösung schön demonstrieren will.

Sprechende Beweise für die Auflösung und die Verwertbarkeit des Agars zum Aufbaue des Körpers der farblosen Diatomee gaben auch der in dem Kapitel II, p. 11 [667] angeführte Teilversuch III des dort beschriebenen großen Cl Na-Versuches sowie gewisse Erfahrungen des III. Kapitels.

Wie aus dem Kapitel III über die organische Ernährung der farblosen Diatomee hervorgeht, ist sie Saprophyt. Dennoch gedieh sie auf einem sogenannten M S A., also einem Agar ohne jeden organischen Zusatz ganz gut, wenn auch nicht in den normalen Gestalten (siehe p. 20 [676]).

Der Stickstoff war als Nitrat geboten. Als Kohlenstoffquelle konnte, da in dem Versuche über die Kohlenstoffernährung in C-freier Nährlösung keine Entwicklung stattgefunden hatte [2], die Diatomeen also nicht wie gewisse Bakterien[3] mit dem C des CO der Laboratoriumsluft das Auslangen finden, nur das Agar in Betracht kommen, wenn nicht jene Spuren von Pepton und Dextrin, die mit der Impfmasse eindrangen, zur Entwicklung ausreichten.

Damit wäre aber dessen Assimilierbarkeit und indirekt seine Auflösbarkeit erwiesen und wieder ein Beispiel mehr für das Wahlvermögen der farblosen Diatomee gebracht, die erst dann das Agar zu verzehren beginnt, wenn es ihr an einer geeigneteren C-Quelle mangelt.

Endlich mag noch als weiterer Beleg für die Auflösbarkeit des Agars der ausgesprochenen Auflösungsfurchen gedacht sein, die man mit der *Varietas longa* und *nanella* am Beginne der Reinzucht erhält, wenn sie noch ihr Bewegungsvermögen besitzen[4] und Raum genug haben, in den Schalen herumzukriechen, eine Erscheinung, die bereits von den braunen Süßwasserdiatomeen her bekannt ist.[5]

---

1 Richter Oswald, II, p. 502 u. I, p. [92] 66.

2 Siehe Kapitel III, p. 20 [676].

3 Beijerinck M. W. und van Delden: Über eine farblose Bakterie etc., l. c.
Kaserer H.: Die Oxydation des Wasserstoffes etc., l. c.

4 Siehe Kapitel XIV, p. 76 [732].

5 Richter Oswald, II, l. c., p. 502.

c) Ausscheidung eines kieselsäurelösenden Fermentes.

Nur in aller Kürze mag hier auf eine Tatsache hingewiesen werden, die erst bei der Besprechung der künstlichen Darstellung der Diatomeen-Plasmodien[1] eingehend behandelt werden soll. Es zeigte sich nämlich, daß die Diatomeenschalen bei der Zucht der farblosen Diatomee auf Na-armem M S A., wie Veraschungsversuche zweifellos erwiesen haben, aufgelöst werden.[2] Es ist daher die Annahme nicht von der Hand zu weisen, daß das Plasma ein die Kieselschale lösendes Ferment besitzt.

d) Ausscheidung von Giftstoffen für Pilze. (?)

Es ist nicht ohne Interesse, daß Pilze, die in Petrischalen mit Milchagar als Verunreinigungen eingeflogen sind, den von den Diatomeen aufgehellten Zonen auszuweichen scheinen. Diese Erscheinung läßt sich natürlich zunächst so interpretieren, daß der Pilz aus Nahrungsmangel die betreffenden Stellen vermieden habe, doch wäre auch noch denkbar, daß die Diatomee unter diesen Verhältnissen eine den Pilz schädigende Substanz ausscheidet und sich derart gewissermaßen gegen seine Übergriffe immunisiert.

2. Versuche über die Ausscheidung von Alkali.

Die Annahme, daß die farblose *Nitzschia* auch Alkali ausscheide, stützt sich hauptsächlich auf einen[3] interessanten Versuch, der über ihr Verhalten zu Di-und Monokaliumphosphat angestellt worden ist und bei dem sich zeigte, daß zwar die erste und die Maximalentwicklung auf dem Dikaliumphosphat stattfand, daß aber allmählich auch auf dem Monokaliumphosphat ein schwaches Aufkommen der Diatomee zu bemerken war. Da die Folgerungen, die sich aus diesem Befunde ergeben, bereits in Kapitel V auseinandergesetzt sind, sei auf diese Stelle verwiesen und hier nur der Schlußsatz festgehalten, daß der angeführte Versuch dafür spricht, daß unsere Diatomee auch Spuren von Alkali auszuscheiden vermag.

---

1 Siehe Kapitel XIX, p. 101 [757].

2 Siehe Kapitel XVI, p. 83 [739].

3 Siehe Kapitel V, p. 25 [681], Tabelle 2.

XI. Der Einfluß der Temperatur auf die Nitzschia putrida Benecke.

Eine der interessantesten Entdeckungen war die Feststellung der großen Widerstandsfähigkeit gewisser Pflanzenzellen oder gewisser Dauerzustände von Pflanzen gegen sehr hohe und sehr niedere Temperaturen.[1]

Die neuesten Mitteilungen von Miehe[2] haben uns nun auch belehrt, daß die Zahl der Mikroorganismen aus der Gruppe der Bakterien und Hyphomyzeten, die sich bei Temperaturen, die hoch über der Durchnittstemperatur des Lebens liegen, geradezu am allerwohlsten fühlen, nicht einmal so gering ist. Den Einfluß höherer Temperaturgrade auf braune Diatomeen untersuchte Miquel,[3] der fand, daß einige Arten noch 42° C aushalten, ohne abzusterben.

Den Anstoß zu meinen Versuchen über den Einfluß der Temperatur auf die rein gezüchtete farblose Diatomee gaben aber eigentlich die im pflanzenphysiologischen Institute unter Molisch's Leitung durchgeführten Untersuchungen von Löwenstein[4] an der Thermalalge *Mastigocladus.*

Löwenstein hatte nachgewiesen, daß diese Alge eine konstant wirkende Temperatur von noch 51° C ohne Schädigung aushält, und seine Gegenversuche mit niederen Temperaturgraden ließen erkennen, daß das Plasma dieser Blaualge auch noch —19·3° auszuhalten vermochte, ohne abzusterben.

Analog zu Löwensteins Experimenten gliederten sich meine eben zu beschreibenden Versuche über die *Nitzschia putrida* in zwei Gruppen: 1. Versuche über den Einfluß höherer und 2. solche über die Wirkung niederer Temperaturgrade auf die farblose Diatomee. Alle diese Experimente wurden im Februar 1907 ausgeführt.

1. Versuche über den Einfluß höherer Temperaturgrade.

In einem Zimmer, dessen Temperatur im Winter zwischen 9 bis 10° C konstant bleibt, wurden zwei Dunkelthermostaten aufgestellt, von denen der eine bei konstant 20° C, der zweite bei konstant 30° C gehalten wurde. Es kamen daher bei den diesbezüglichen Experimenten stets drei Versuchskolonnen in Betracht, eine bei 10°, eine bei 20° und eine bei 30° C Als Nährboden benutzte ich bei allen derartigen Versuchen Triest. Meerw. PDA. Gelatine war wegen der Verflüssigung bei höherer Temperatur unverwendbar gewesen. Als Kulturgefäße kamen Petrischalen in Verwendung, die zum Schutze vor Vertrocknung in feuchten Kammern standen, wobei die unterste mittels Vogelgläschens über das abschließende Wasser der Kammer gehoben wurde. Die Art der Impfung war stets die Ausgußplatte.

Unter Verzicht auf genauere Details sei hier gleich das Resultat wiedergegeben, wie es sich aus einer Reihe solcher Experimente herausstellte:

In allen Schalen ohne Unterschied fand Entwicklung statt. Zuerst tauchten die Kolonien bei 30 und 20° C. auf, nach etwa 8 bis 10 Tagen die bei 10° C.

Das Optimum der Entwicklung liegt bei sommerlicher Zimmertemperatur bei rund 25° C. Treibt man die Erhitzung des Thermostaten noch höher, etwa über 38° hinauf und versucht bei konstanter Einwirkung dieser Temperatur die farblosen Diatomeen zu halten, so gehen sie ausnahmslos zugrunde.

---

[1] Pfeffer W., Pflanzenphysiologie, II. Bd., Leipzig 1904, Verl. v. W. Engelmann, p. 291.

[2] Miehe H., Die Selbsterhitzung des Heues. Eine biologische Studie. Jena 1907, Verlag v. G. Fischer.

[3] Miquel P., Recherches expérimentales sur la physiologie, la morphologie et la pathologie des diatomées. Annales de Micrographie, Mars 1892, p. 3. Action de la chaleur humide sur les Diatomées.

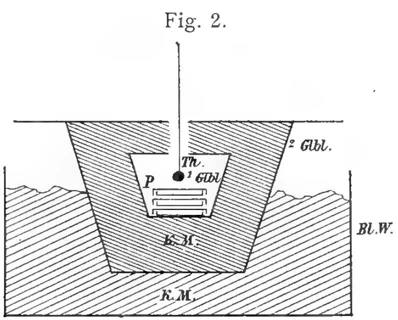
[4] Löwenstein A., Über die Temperaturgrenzen des Lebens bei der Thermalalge *Mastigocladus laminosus* Cohn, B. d. d. b. G., 1903, Bd. XXI, H. 6, p. 317.

Untersuchte man die *Nitzschia putrida* von 10°, 20° und 30° C. mikroskopisch, so konnte man keine wesentlichen Unterschiede zwischen den Diatomeen der drei Temperaturgrade feststellen. Alle waren regelmäßig ausgebildet, gesund und plasmolysierbar,[1] Zerrformen traten in der Zeit, während welcher diese Versuche währten, nicht auf.

2. Versuche über den Einfluß niederer Temperaturgrade.

Die Gefrierversuche wurden in der Weise angestellt, daß die Diatomeen in Petrischalen in einen Glasblumentopf mit Deckel gegeben wurden, der seinerseits wieder in eine Mischung von Schnee und Kochsalz oder in eine von Kochsalz mit Salmiak und Schnee gegeben wurde, die in einem größeren derartigen Glasblumentopf untergebracht war. Damit nun auch dieser möglichst vor der Wärmestrahlung der Umgebung geschützt sei, wurde er wieder in eine Blechwanne mit der gleichen Kältemischung versenkt. Ein noch Zehntelgrade zeigendes Thermometer reichte mit seiner Kugel bis zu den Schalen, ein anderes war neben dem Versuche zur Kontrolle aufgehängt. Die folgende Skizze (Fig. 2) mag die Versuchsanordnung illustrieren:

Fig. 2.



Versuchsanstellung bei den Experimenten über den Einfluß niederer Temperaturgrade.

P. = Petrischalen. 2. *Glbl.* = zweiter (großer) Glasblumentopf.

Th. = Thermometer. *Bl. W.* = Blechwanne.

1. *Glbl.* = erster (kleiner) Glasblumentopf. *K. M.* = Kältemischung.

Einige Protokolle werden in den Versuchsverlauf den besten Einblick geben.

I. Gefrierversuch mit Kochsalz und Schnee vom 9. Februar 1907 $10^h 30^m$ a. m. bis 11. Februar 9^h a. m. mit Var. *longa* und *nanella* (abgelesene tiefste Temperatur —10·6°).

Am 9. Februar $11^h 15^m$ wurden die ersten Diatomeenproben des Var. *nanella*-Materials untersucht. Die Agarscheiben waren mit Eiskristallen völlig durchsetzt und beinhart gefroren. Die entnommene Probe taute im Zimmer rasch auf; sie wurde mit Neutralrot und mit 10 $^0/_0$ ClNa-Lösung behandelt. Es trat Vitalfärbung und Plasmolyse ein (Fig 16, Taf. IV). Die Schale wurde neuerlich zurückgestellt und abermals frieren gelassen.

Um $11^h 45^m$ entnahm ich nun einer Var. *longa*-Schale eine Probe, die bei der gleichen Behandlung wie die Var. *nanella* das gleiche Verhalten zeigte. Die Var. *longa* war also auch am Leben geblieben (Fig. 15, Taf. IV). Um 12^h stellte ich die Var. *longa*-Schale wieder in den improvisierten Gefrierapparat zurück, worauf der Versuch noch bis 11. Februar 9^h früh bei steigender Temperatur belassen wurde. Die mikroskopische Untersuchung am Versuchsschlusse ergab, daß das gesamte untersuchte Diatomeenmaterial der Var. *longa* und *nanella* lebte.

II. Gefrierversuch vom 15. Februar 12^h Mittag bis 16. Februar $8^h 15^m$ a. m.

Kältemischung: Kochsalz—Salmiak—Schnee.

Versuchsmaterial: Var. *longa* und *nanella* auf Agarstückchen in Glasdöschen eingetragen und nachher in den Gefrierapparat versenkt.

Tiefste abgelesene Temperatur: —11·4°.

Das Resultat der mikroskopischen Untersuchung lautete dahin, daß, abgesehen von jenem Schälchen, in das von außen Tauwasser eingedrungen war, in allen Schälchen die Diatomeen am Leben waren.

---

[1] Vgl. auch die Anwendung der Plasmolyse zur Feststellung des Lebens der farblosen Kieselschaler bei Benecke W., I, l. c., p. 554.

Da nach der Probeentnahme immer noch lebendes Material genug übrig war, übertrug ich die Schälchen nun auch noch in die Seite 45 [701] erwähnten Thermostaten in das Zimmer von 10° C und ließ sie bei 30°, 20°, beziehungsweise 10° zwei Stunden stehen. Bei der nun folgenden neuerlichen Untersuchung lebten die widerstandsfähigen farblosen Kieselschaler noch immer, so daß sie also einen Temperatursprung von 41° C (von — 11° bis + 30° C) innerhalb 21 Stunden ausgehalten hatten, ohne abzusterben. Dieser Befund reiht sich somit passend an die von Josing[1] gemachten Beobachtungen über die Widerstandsfähigkeit des strömenden Plasmas gegen Temperatursprünge an.

Die Versuche über den Einfluß verschiedener Temperaturgrade hatten somit ergeben, daß die rein kultivierte farblose Diatomee durch 24 und mehr Stunden eine niedere Temperatur bis — 10° und — 11° ohne merkliche Schädigung auszuhalten vermag. Auf der anderen Seite ist dieser Organismus auch imstande, verhältnismäßig hohe Temperaturgrade (+ 30°) stunden-, ja wochenlang ohne Schwierigkeit zu ertragen. Bei 30° vermögen die farblosen Diatomeen noch zu wachsen, wenn sie sich auch nicht mehr so reichlich vermehren als bei 20° bis 25° C. Das Optimum für ihre Entwicklung liegt bei der sommerlichen Zimmertemperatur, also rund 24° bis 25° C.[2] Bei dieser Temperatur erhält man binnen 48 Stunden in Ausgußplatten ganz stattliche Kolonien, auf Strichkulturen prächtige Striche. Bei 10° C erscheint das Wachstum bereits ungemein verzögert. Von besonderem Interesse ist die Fähigkeit, große Temperatursprünge ohne Schaden auszuhalten. Dieses Verhalten gegen Temperatureinflüsse scheint nicht zum geringsten in einer weitgehenden Anpassung an den natürlichen Standort begründet zu sein, an dem ja auch nach den Jahresablesungen[3] die Grenztemperaturen sehr weit voneinander liegen und an dem gar nicht selten Temperatursprünge verzeichnet wurden, die den im Experimente angewendeten nahekommen.

Wie die Experimente über den Einfluß des Lichtes[4] dargetan haben, kann die farblose Diatomee auf ganz kurze Zeit sogar 38° C überdauern. Ob und inwieweit die strahlende Wärme allein und in Verbindung mit der strahlenden Energie des Lichtes schädlich auf die *Nitzschia putrida* wirkt, mag in dem einschlägigen Kapitel[5] nachgesehen werden.

Es soll nun nur noch darauf hingewiesen sein, daß die obere Grenze des Lebens bei unserem Versuchsobjekt entsprechend seiner Lebensweise im kühlen Meere doch eigentlich verhältnismäßig tief, um 38° C herum liegt, also nicht die Durchschnittshöhe von 45° C erreicht und sich in der Art sehr ähnlich verhält wie die gleichfalls von Organismen des Meeres rein gezüchteten Leuchtbakterien[6] und das von Molisch besonders studierte *Bacterium phosphoreum* (Cohn) Molisch.[7]

---

[1] Josing Eug.: Der Einfluß der Außenbedingungen auf die Abhängigkeit der Protoplasmaströmung vom Licht. Pringsh. Jb. f. w. B., 36. Bd., 1901, p. 215.

[2] Auch Benecke W., I (l. c., p. 563) empfiehlt niedere Temperaturen, freilich nur, um die Konkurrenz der Bakterien minder gefährlich zu machen.

[3] Merz A.: Vorläufiger Bericht über die physikalisch-geographischen Untersuchungen im Golf von Triest. Jahresb. d. V. z. F. d. n. Erforsch. der Adria, 1905, p. 30.

[4] Siehe Kapitel XII, p. 51 [707].

[5] Siehe Kapitel XII, p. 51 [707] und Tabelle 5, p. 50 [706].

[6] Molisch H.: Die Leuchtbakterien aus dem Hafen von Triest, l. c.

[7] Molisch H.: Das Leuchten des Fleisches, l. c., und Molisch H., Leuchtende Pflanzen, l. c., p. 92 (!).

XII. Der Einfluß des Lichtes auf die Nitzschia putrida Benecke.

Die Ergebnisse der Untersuchungen über den Einfluß des Lichtes auf die reingezüchteten braunen Süßwasserdiatomeen[1] veranlaßte mich schon kurz nach der Gewinnung der ersten Reinzucht der *Nitzschia putrida* im April 1906, auch mit ihr Experimente nach dieser Richtung durchzuführen, die unzweifelhaft feststellten, »daß die farblose *Nitzschia* im Dunkeln wie im Lichte wächst«[2]; doch »schien das Licht hemmend auf ihre Entwicklung einzuwirken«[2].

Mit seinen Rohkulturen farbloser Nitzschien hat bereits Benecke[3] orientierende Versuche über den Einfluß des Lichtes auf diese Organismen gemacht und man sollte doch denken, daß der Einfluß des genannten Faktors, abgesehen natürlich von der Speziesfrage, auch ohne Reinkulturen zu lösen gewesen sein müßte. Liest man aber die betreffende Stelle in Benecke's wertvoller Arbeit, so merkt man, daß selbst bei der beobachteten Hemmung der Entwicklung im Lichte nicht gesagt werden konnte, ob diese Hemmung wirklich durch das Licht oder erst indirekt durch die vom Lichte in der Konkurrenz mit den weißen Diatomeen geförderten braunen und durch die auch massenhaft auftretenden Grünalgen hervorgerufen worden sei. Somit war zurzeit auch über den Einfluß des Lichtes auf unsere Diatomee nichts Genaueres bekannt.

Da die Novembertage des Jahres 1906 durch außergewöhnliche Lichtfülle und relativ starken Sonnenschein ausgezeichnet waren, wurden noch in dieser späten Jahreszeit einige neue Versuche über den Lichteinfluß durchgeführt, und zwar derart, daß die dem Lichte auszusetzenden Eprouvetten am Fenster aufgehängt wurden, während die Kontrollgläschen auf einem Arbeitstische nächst dem Fenster unter Dunkelsturz stehen blieben. In Verwendung kamen Stich- und Strichkulturen von Triest. Meerw. PDGel. und Strichkulturen eines analog zusammengesetzten Agars.

Der Gelatineversuch wurde am 18. November, ein erster Agarversuch am 19. November und ein zweiter am 22. November geimpft. Die Lichteprouvetten blieben während der ganzen Versuchsdauer am Fenster.

Das Ergebnis findet sich in der umstehenden Tabelle 5. Es würde dahin lauten, daß das starke Licht einen ausgeprägt schädigenden Einfluß auf die Diatomee ausübt, wobei noch nicht gesagt wäre, ob es die Licht- oder die Wärmestrahlen sind, die die Zerstörung des Diatomeenplasmas zur Folge hatten. Nun läßt sich aber gegen die beschriebene Versuchsanstellung, abgesehen von dem eben angedeuteten Mangel der bestehenbleibenden Unklarheit darüber, ob die Wärme- oder die Lichtstrahlen die wirksamen sind, noch ein anderer wesentlicher Einwand machen. Die an den Fenstern hängenden Diatomeen mußten insbesondere in der Nacht einer weit niedrigeren Temperatur ausgesetzt sein, als die unter Dunkelsturz am Tische stehenden Kulturen und konnten deshalb vielleicht nicht aufgekommen sein.

Im Jahre 1907 experimentierte ich zunächst in den Frühlingsmonaten vor Nordfenstern mit den schon bei den braunen Diatomeen benutzten Blechbüchsen.[4] Später kam ich erst am 21. Dezember dazu, wieder einen Versuch über den Einfluß des Lichtes durchzuführen. Als Nährmedium benutzte ich Gelatine, und zwar je 3 Stich- und je 3 Strichkulturen für Licht und Dunkel. Nach fünf Tagen sah man schon, gleichgültig ob die Eprouvetten am Fenster im Lichte hingen oder am Fenster unter Dunkelsturz standen, in allen die beginnende Entwicklung und bald waren alle Eprouvetten ohne Unterschied mit Diatomeenmassen übersäet. Der derart negativ ausgefallene Versuch hatte aber das eine zweifellos gelehrt, daß das Licht der Wintertage für solche Versuche viel zu schwach ist.

---

1 Richter Oswald, I, l. c., p. 68 [94].

2 Richter Oswald, III, l. c., p. 280.

3 Benecke W., I, l. c., p. 562 u. 563.

4 Richter Oswald, I, l. c., p. 74 [100].

So kam es, daß ich erst wieder im April 1908 die Lichtversuche aufnehmen konnte, die, weil sie völlig klare Resultate brachten, etwas genauer geschildert sein mögen.

I. Lichtversuch des Frühjahres 1908. Der Versuch bestand aus 2×12 Eprouvetten, von denen die ersten 12 mit Triest. Meerw. PDA. (lauter Strichkulturen), die zweiten 12 mit Triest. Meerw. PDGel. gefüllt waren (meist Strich-, einige Stichkulturen).

Um sofort feststellen zu können, ob, falls wirklich eine Schädigung der Diatomee durch starkes Licht stattfindet, die Licht- oder die Wärmestrahlen vornehmlich wirksam sind, wurde die Hälfte der geimpften Eprouvetten unter eine mit Leitungswasser gefüllte Senebier'sche Glocke gebracht, die andere frei stehen gelassen. Es bestand also jeder Versuch aus zwei Teilversuchen, der eine mit, der andere ohne Wasserschutz. Jeder Teilversuch enthielt in einem gewöhnlichen runden Glase je 3 Agar- und 3 Gelatineeprouvetten, eingewickelt in schwarzes Papier, völlig vor Lichtzutritt geschützt, und je 3Agar- und 3 Gelatineeprouvetten als Versuchsgläschen für die Wirkung des Lichtes. Die Belichtung erfolgte an einem offenen Westfenster bei starker Sonnenbestrahlung von $^1/_2$4 Uhr nachmittags bis 6 Uhr abends. Es nahm somit die Belichtungsstärke vom Beginne des Versuches gegen das Ende der Belichtungsdauer ab. Nachher wurden alle Eprouvetten im Zimmer dunkel gestellt.

Ein Blick auf den Kopf der Tabelle 5 dürfte die oben geschilderte Versuchsanstellung noch klarer machen. Es braucht nur hervorgehoben zu werden, daß sich die graphische Darstellung allein auf den Agarversuch beschränkt, da die Gelatine keine klaren Ergebnisse aufwies. Vor allem machte sich ein schwerwiegender Übelstand höchst unangenehm bemerkbar: die rasche Verflüssigung der Gelatine in sämtlichen Versuchseprouvetten. Dadurch entstanden aus allen Gelatine-Stich- und Strichkulturen ohne mein Wollen — Schüttelkulturen. Der zweite Übelstand aber war die große Absorptionsfähigkeit der Gelatine für Wärmestrahlen. So kam es, daß die in ihr verteilten Diatomeen trotz der starken Erwärmung der Luft, in der die Eprouvetten standen, nicht abstarben.

Die Beobachtungen des am 8. April begonnenen Versuches setzten also am 13. April ein und ergaben als erstes Resultat die Unbrauchbarkeit der Gelatine, die von da ab für Lichtversuche mit der *Nitzschia putrida* überhaupt nicht mehr in Betracht kam. Die Diatomeen verrieten am 13. April ihre Anwesenheit durch reichliche winzige Kolonien, die bald heranwuchsen und später eine üppige Vegetation in den Eprouvetten zeigten:

Bezüglich der Ergebnisse des Agarversuches und der darüber gemachten Notizen vergleiche die Tabelle 5, deren Zeichen wieder durch Vergleich mit der Figurenerklärung der Tabelle I verständlich werden.

Ein II. Versuch wurde am 24. April 1908 eingeleitet: Triest. Meerw. PDA., lauter Strichkulturen. 1. Teilversuch ohne, 2. mit Wasserschutz durch eine Senebier'sche Glocke. Beginn des Versuches 4 ^{h} p. m.; sofort nach erfolgter Impfung Belichtung wie beim früheren Versuche von 4 ^{h} p. m. bis $^1/_4$ 7 ^{h} p. m. durch starke, später allmählich an Intensität verlierende Sonnenbestrahlung. Um $^1/_4$ 7 ^{h} verbarg sich die Sonne hinter Wolken; da bei runden zur Aufnahme der Eprouvetten bestimmten Gefäßen von einer ungleichmäßigen Belichtung der Lichteprouvetten gesprochen werden konnte, kamen von nun an nur Gefäße mit planparallelen Wänden in Verwendung. Um $^1/_2$ 7 ^{h} wurden sämtliche Versuchseprouvetten unter einen Dunkelsturz gegeben, worauf sie am 27. April, 30. April, 8. Mai und 18. Mai zur Untersuchung kamen (vergl. Tabelle 5).

Der III. Versuch mit Eprouvetten (Triest. Meerw. P D A.) wurde am 8. und 9. Mai in Szene gesetzt. Er unterschied sich wesentlich dadurch von den beiden früheren, daß er nun auch noch zwei weitere Teilversuche, einen mit gelbem und einen mit blauem Lichte, angefügt erhielt. Das gelbe Licht wurde durch eine Senebier'sche Glocke mit gesättigter Kaliumbichromat-, das blaue durch eine mit konzentrierter Kupferoxydammoniaklösung erzeugt. Außerdem wurde der Versuch noch dahin verbessert, daß die Eprouvetten ohne Wasserschutz unter eine Glasglocke gestellt wurden, so daß die Versuchsbedingungen möglichst die gleichen waren.

Tabelle 5: Über den Einfluß des Lichtes auf die Nitzschia putrida Benecke.

Beobachtung vom:	Kein Wasserschutz								Versuch vom:
	licht				dunkel				
	I	II	III	IV	1	2	3	4	
3. Dezember 1906									18. November 1906 mit Triester Meerw. PD Gel. 19. Nov. mit Triest. Meerw. PDA. 22. » » » » » »

Beobachtung vom:	Kein Wasserschutz								Wasserschutz								Versuch vom:
	licht				dunkel				licht				dunkel				
	I	II	III	IV	1	2	3	4	I	II	III	IV	1	2	3	4	
13. April																	8. April 1908, siehe Text p. 49 [705]. Geschichte der Diatomeen: 8. Nov. → 21. Dez. 1907 → 25. Febr. → 8. April 1908.
27. »																	
18. Mai																	
11. Juli																	
27. April																	24. April 1908, siehe Text p. 49 [705].
30. »																	
8. Mai																	
18. »																	
11. Juli																	
11. Mai																	8.—9. Mai 1908, siehe Text p. 49 [705].
12. »																	
18. »																	
19. Juni																	
Beobachtung vom:	Gelbes Licht								Blaues Licht								
	licht				dunkel				licht				dunkel				
	I	II	III	IV	1	2	3	4	I	II	III	IV	1	2	3	4	
11. Mai																	
12. »																	
18. »																	
19. Juni																	

Der Versuch bestand somit aus 4×4 Licht- und 4×4 Dunkeleprouvetten, die immer zu je 4 + 4 unter einer Glocke untergebracht waren. Die Verdunklung wurde wie sonst durch schwarzes Papier besorgt. An jedem Gefäße mit planparallelen Wänden, in dem die Lichteprouvetten der Bestrahlung ausgesetzt wurden, wurde ein Thermometer befestigt, um die unter der Glocke herrschende Temperatur ablesen zu können. Ihre Anzeigen ergaben im ungünstigsten Falle Differenzen von 3° C zwischen den Glocken. Die höchste bei der Bestrahlung beobachtete Temperatur betrug 38·5° C.

Die Impfung des Versuches erfolgte am 8. Mai um $^1/_2$ 4 ^{h} p. m. Da aber der ganze Nachmittag verregnet war, wurde der Versuch erst am 9. Mai um $^1/_2$ 7 ^{h} früh der Belichtung ausgesetzt, die um 1 ^{h} beendet wurde. Die Glocken standen dabei im offenen Fenster. Nachher wurden die Eprouvetten bei Zimmertemperatur dunkel gestellt.

In Ergänzung dieser Experimente mit Eprouvetten bemühte ich mich, wie erwähnt, schon bei den ersten Lichtexperimenten des Jahres 1906 und später im Frühjahre 1907 durch Anwendung von Blechbüchsen mit Blechschablonen Kulturen zustande zu bringen, die ad oculos die zerstörende Wirkung des Lichtes demonstrieren sollten. Erst heuer (1908) glückten mir die betreffenden Versuche. Das erste derartige Experiment wurde am 24. April 5 ^{h} p. m. begonnen. Die Triest. Meerw. PDA.-Schalen — wie für derartige Versuche gewöhnlich: Dichtsaaten — wurden in den mit Blechschablonen versehenen Büchsen zunächst sofort nach der Impfung von 5 ^{h} p. m. bis $^1/_4$ 7 ^{h} dem langsam abnehmenden Sonnenlichte ausgesetzt. Am folgenden Tage wurden sie nochmals, und zwar der zunehmenden Morgensonne von 9 ^{h} bis 9^h 50^m exponiert, wobei die Temperaturen 37 °, 38 ° und 39° C in der Luft abgelesen wurden, während die Schablone bloß auf 36° C erhitzt worden war. Nach Beendigung der Belichtung wurden die Schalen unter Glas- und Blechsturz ins Dunkle gestellt. Schon am Montag, den 27. April und noch besser am Mittwoch, den 29. April war der Unterschied zwischen belichteten und nicht belichteten Stellen zu sehen.

Eine dieser Kulturschalen wurde am 22. Mai 1908 photographiert (Fig. 7, Taf. III).

Die Ergebnisse der Lichtversuche.

Die Tabelle zeigt übereinstimmend in den Kulturen ohne Wasserschutz ein bedeutendes Übergewicht der Entwicklung in den verdunkelten gegenüber den nicht verdunkelten Kulturen. Immer erreichten die Diatomeen in den Dunkelkulturen ohne Wasserschutz schon das Maximum der Entwicklung, wenn in den zugehörigen Kontrolleprouvetten meist eben erst ein Wachstum zu sehen war. Damit erscheint erwiesen, daß, da das schwarze Papier alle Strahlengattungen absorbiert und in seinem Schutze die farblosen Diatomeen gedeihen, das Licht als solches einen schädigenden Einfluß auf unsere Diatomee ausübt.

Welche Strahlen sind es nun, die als schädlich angesehen werden müssen?

Schon weniger ausgeprägt wie in den Teilversuchen ohne Wasserschutz zeigt sich der schädigende Einfluß bei der Bestrahlung der Diatomeen mit weißem Licht durch ein Wärmefilter, wie es eine mit Flußwasser gefüllte Senebiersche Glocke darstellt. Doch ist er immer noch, wenn man von dem Versuche vom 8. April absieht, bei dem allmählich an Leuchtkraft abnehmendes Sonnenlicht der ersten Apriltage in Verwendung kam, unzweifelhaft feststellbar. Der Unterschied zwischen belichteten und unbelichteten Kulturen wird also geringer, wenn man die Wärmestrahlen durch Wasser absorbieren läßt, und es erscheinen, wenn man jetzt Lichtkulturen ohne und mit Wasserschutz vergleicht, die letzteren gegenüber den ersteren bedeutend gefördert. Es ist somit der Schluß erlaubt, daß die Wärmestrahlen des Sonnenlichtes einen großen Anteil an der schädigenden Wirkung haben.

Und nun die leuchtenden Strahlen des Spektrums?

Wie die früher gemachten Angaben über die abgelesenen Temperaturen zeigten, sind die beiden farbigen Glocken in ihrer Wirkung auf die Diatomee direkt vergleichbar, da keine merklichen Temperaturunterschiede unter beiden festgestellt werden konnten und beide in gleicher Weise wärmeabsorbierend wirkten.

Wenn wir nun zwischen den Lichtkulturen im gelben und denen im blauen Spektralbezirke einen wesentlichen Unterschied feststellen könnten, so müssten wir ihn lediglich der Wirkung der betreffenden Strahlengattungen des Spektrums, eventuell natürlich den unsichtbaren ultravioletten Strahlen zuschreiben. Ein solcher wesentlicher Unterschied ist nun tatsächlich vorhanden. Während sich im gelben Lichte eine außerordentlich starke Entwicklung schon am zweiten Versuchstage feststellen ließ, ist in den Blaulicht-Lichtkulturen erst der Beginn einer deutlichen Entwicklung zu sehen. Wir kommen also zu dem Schlusse, daß auch der blaue eventuell im Vereine mit dem ultravioletten Bezirk des Sonnenspektrums ausgesprochen schädigend auf die farblosen Diatomeen einwirkt. Es sind also in erster Linie die Wärmestrahlen, in zweiter der blaue Teil des Spektrums, welche die *Nitzschia putrida* schädlich beeinflussen.

Sehr schön kann man die Empfindlichkeit unserer Diatomee gegen das starke Sonnenlicht demonstrieren, wenn man sie in Dichtsaaten in Agar säet und dann in mit Stanzen versehenen, sonst allseits geschlossenen Büchsen der Sonnenbestrahlung aussetzt. Auf diese Weise erhält man durch Zerstörung der Diatomeen an den belichteten Stellen die Schriftzüge ausgespart mitten zwischen massenhaft entwickelten Kolonien. Die farblose Diatomee verhält sich somit in dieser Beziehung ähnlich wie andere farblose Organismen, insbesondere die Bakterien[1], unterscheidet sich aber gleichzeitig wesentlich von den braunen Süßwasserdiatomeen, die zwar auch sehr empfindlich gegen zu starke Sonnenbestrahlung sind, doch als grüne aufs Licht angewiesene Organismen gerade nur im Lichte zu gedeihen vermögen und somit bei partieller Verfinsterung der Kulturschale in Blechbüchsen mit Schablonen nur da, wo das Licht Zutritt hat, also in den ausgesparten Räumen der Buchstaben aufkommen können.[2]

Ein wesentlicher Faktor für das Gelingen des eben beschriebenen Versuches mit der *Nitzschia putrida* ist eine genügende Lichtintensität. Im diffusen Tageslichte des Nordfensters versagt der Versuch auch im Frühjahre, bei der geringen Intensität des Lichtes versagt er auch im Sonnenlichte des Winters. Nicht nur dieser, alle beschriebenen Versuche mißglücken bei Licht geringerer Intensität; denn die Diatomeen entwickeln sich dann, gleichgültig, ob verdunkelt oder nicht, ausgezeichnet. Die farblosen Diatomeen wachsen zum Unterschiede von den reingezüchteten Süßwasserformen[3] im Dunkeln ebensogut wie im diffusen Lichte.

Mit dieser Fähigkeit hängt es auch zusammen, daß sie in Wärme und Licht gut absorbierenden Medien auch dann gedeihen, wenn sie selbst starkem Sonnenlichte auf lange Zeit ausgesetzt bleiben. Diese Fähigkeit mag ihnen insbesondere an ihren natürlichen Standorten bei dem oft stundenlangen freien Liegen der Fucaceen im Sonnenlichte außerordentlich zustatten kommen.

---

1 Vgl. Lafar Fr., Technische Mykologie, Jena, 1897, Verl. v. G. Fischer, p. 74.

2 Richter Oswald, I, l. c., p. 74 [100]. Photographie Fig. 3.

3 Richter Oswald, I, l. c., p. 68 [94].

XIII. Die Vermehrungsweise der Nitzschia putrida Benecke.

Schon bei dem Berichte über die Gewinnung der zweiten Reinzucht[1] ist davon die Rede gewesen, daß es einige Male gelang, eine einzige Diatomee auf sterilen Agarstückchen in Ausgußplatten von Triest. Meerw. A. steril zu übertragen und auf diese Art Kulturen zu erhalten, die in der Tat lauter Individuen einer Urahne enthielten — höchst wahrscheinlich durchweg gleichgeschlechtiges Plasma, wie später[2] noch ausführlich erörtert werden wird.

Es braucht wohl kaum hervorgehoben zu werden, daß ich mir diese Gelegenheit nicht entgehen ließ, nachzusehen, ob die farblose Diatomee auch dem normalen Teilungsgesetze der Diatomeen folgt, ob denn in Übereinstimmung mit den täglichen Erfahrungen an den Agar- und Gelatine-Strich- und Stichkulturen[3] auch die Teilungsgeschwindigkeit entsprechend groß ist und ob in dem schon häufig beobachteten Dickerwerden[4] bei der mit der Teilung verbundenen Verkleinerung der Längendimension irgendeine Gesetzmäßigkeit nachgewiesen werden könnte.

1. Das Teilungsgesetz und die Teilungsgeschwindigkeit der farblosen Diatomee.

Bekanntlich haben John Denis Mac Donald[5] und E. Pfitzer[6] unabhängig von einander im Jahre 1869 das Teilungsgesetz anscheinend für die Gesamtheit der Diatomeen dahin präzisiert, daß die Art und Zahl der nach einer bestimmten Menge von Teilungen entstandenen Diatomeen gefunden werden könne durch die sovielte Potenz eines Binoms, als die Zahl der Teilungen angibt. 1892 hat Miquel (s. p. 54 [712]) das gleiche Gesetz für seine in Kultur befindliche *Nitzschia linearis* abgeleitet.

Ist also A das Ausgangsindividuum, so liefert dieses nach einer bestimmten Zeit ein Individuum A_1, das gleich ist $A-2\gamma$, wenn unter γ die Dicke der Diatomeenschale verstanden wird, und eines, das genau so groß ist wie das Mutterindividuum.

$$\begin{array}{c} A \\ \diagup\diagdown \\ A \quad A_1 \end{array}$$

Für das neue A gilt eine gleiche Überlegung, A_1 liefert nun ein Individuum A_1 und ein $A_2 = A_1 - 2\gamma = A - 4\gamma$ usf., d. h.

$$\begin{array}{ccccccccl} & & & A & & & & & = A \\ & A & & & & A_1 & & & = A + A_1 \\ A & & A_1 & & A_1 & & A_2 & & = A + 2A_1 + A_2 \\ A \; A_1 & & A_1 \; A_2 & & A_1 \; A_2 & & A_2 \; A_3 & & = A + 3A_1 + 3A_2 + A_3. \end{array}$$

usf.

Nach der sechsten Teilung z. B. wäre die Art und die Zahl der Individuen ausgedrückt durch die sechste Potenz des Binoms $(A+A_1)$ also gleich:

$$= A + \binom{6}{1} A_1 + \binom{6}{2} A_2 + \binom{6}{3} A_3 + \binom{6}{4} A_4 + \binom{6}{5} A_5 + A_6 =$$
$$= A + \ 6A_1 + \ 15A_2 + \ 20A_3 + \ 15A_4 + 6\,A_5 + A_6.$$

---

1 Siehe Kapitel I, p. 8 [664].

2 Siehe Kapitel XIX, p. 99 [755].

3 Siehe Kapitel XX, 5, p. 108 [764].

4 Siehe Kapitel XIII, p. 70 [726].

5 MacDonald J. D., On the structure of the Diatomaceous fustule and its genetic cycle. Ann. a. Mag. of. Nat. Hist. 4., ser. vol. III, 1869, p. 1.

6 Pfitzer E., Über Bau und Zellteilung der Diatomaceen. Sitzungsber. d. Niederrhein. Gesellsch. f. Natur- u. Heilk. zu Bonn, 1869, p. 81. Abgedruckt in Bot. Zeitg. 1869, p. 774 f. — Pfitzer E., Untersuchungen über Bau und Entwicklung der Bacillariaceen. Hansteins Abhandlungen, I, Bonn, 1871, 2. Heft, p. 21. Hier vgl. auch p. 24, inwieweit A. Braun (1851) und Wallich (1860) schon zu ähnlichen Schlußfolgerungen gekommen sind. Da aber erst MacDonald und Pfitzer das Wesen der Teilung der Diatomeen erfaßt haben, stehe ich nicht an, es das Pfitzer-MacDonald'sche Gesetz zu nennen. — Pfitzer E., Die Bacillariaceen

Dieses 1869 von MacDonald und Pfitzer gefundene Gesetz erhielt bezüglich seines Geltungsbereiches 1884 eine bedeutende Einschränkung, indem durch Müller[1] der klare Beweis erbracht wurde, daß gewisse *Melosira*-Arten diesem Gesetze nicht folgen. Das etwas komplizierte Gesetz, das die Teilung der Melosiren beherrscht, kann leider wegen Raummangels nicht erörtert und muß in der Originalarbeit nachgesehen werden, ich möchte aber gleich bemerken, daß Miquel[2] dagegen manche beachtenswerte Einwände gemacht hat.

Es wurde auch schon von zwei Seiten versucht, das Teilungsgesetz der *Nitzschia putrida* und ihre Teilungsgeschwindigkeit zu ermitteln, doch gestatteten die verwendeten Rohkulturen keine sicheren Schlüsse über die Vermehrungsweise unserer Diatomee.

Benecke[3] verwendete Kulturen in feuchten Kammern, die »derart angesetzt wurden, daß ein Stück einer mit farblosen Nitzschien bevölkerten Kahmhaut oder eines Schlickpartikelchens etc. auf ein Deckglas aufgedrückt wurde, so daß sich dann auf diesem ein kleiner mit Nitzschien und anderen Organismen durchsetzter Tropfen befand, der direkt als Hängetropfen diente. Es mußte dem Zufall überlassen bleiben, wie viele Nitzschien in eine Kultur hineingerieten, nicht selten gelang es, ein einziges Individuum in einem Tropfen zu erhalten«.

»An diesen Kulturen wurde zunächst versucht, die Vermehrungsgeschwindigkeit der farblosen Diatomeen unter bestimmten Bedingungen zu ermitteln, doch gelang es nicht, übereinstimmende Resultate zu erzielen, offenbar, weil die Konkurrenz der anderen mit im Tropfen befindlichen Organismen sich in verschiedenem Maße geltend machte«; es wird berichtet, »daß in dem Falle, in dem die schnellste Vermehrung beobachtet wurde, innerhalb einer Woche (!) zwei Exemplare der *N. putrida*, die sich in einer Kultur befanden, sich je zweimal (!) geteilt hatten. Am 7. April waren zwei, am 14. acht Exemplare in dem Tropfen zu sehen (Zimmertemperatur, Dunkelschrank). In anderen Fällen ging die Vermehrung viel (!) langsamer vor sich.«

Eine wichtige Art der Berechnung des sogenannten Vermehrungsfußes hat später Karsten[4] in die Diatomeenliteratur eingeführt und auch auf die farblose *Nitzschia putrida* angewendet. Er übertrug dabei die von Hensen[5] für Peridineen benutzte Bestimmung des Vermehrungsfußes auf die Diatomeen. Darnach ist $\log w = \frac{\log C - \log A}{n}$, wobei w = Vermehrungsfuß, A = dem eingezahlten Kapital = den eingeimpften Diatomeen, C = der Endsumme und n = der Zahl der Versuchstage. Es wird sich später[6] nochmals die Gelegenheit finden, auf Karstens wichtige Arbeit genauer einzugehen, vorläufig:

(Diatomaceen). Schenk's Handbuch der Botanik, 2. Bd., Breslau, 1882, p. 435. — Ein sehr gutes Referat verfaßte Tomaschek P., Über das Entwicklungsgesetz der Diatomaceen. Bot. Zeitg. 31. Jahrg. 1873, p. 273. In neuester Zeit wurden gewisse Konsequenzen dieses Gesetzes von Karsten diskutiert (Auxosporenbildung der Diatomeen. Biolog. Centr., Bd. XX, 1900, H. 8, p. 263, und das Indische Phytoplankton, l. c., 1907, p. 506. Gibt es Diatomeenzellen, die andauerndes Schalenwachstum besitzen?).

[1] Müller O. Die Zellhaut und das Gesetz der Zellteilungsfolge von *Melosira (Orthosira Thwaites) arenaria* Moore, Pringsh. Jb. f. w. B., 14. Bd., 1884, p. 232.

[2] Miquel P., Recherches expérimentales sur la physiologie, la morphologie et la pathologie des Diatomées. Annales de Micrographie. Octobre-Novembre 1892, p. 4, 9 u. 11.

[3] Benecke W., I, l. c., p. 563. Die Rufzeichen im Zitate rühren von mir her.

[4] Karsten, G. I, l. c., p. 430.

[5] Hensen V. und Apstein C., Die Nordsee-Expedition 1895 des Deutschen Seefischereivereines. Über die Eimenge der im Winter laichenden Fische. Kap. VI. Über die Fruchtbarkeit des Wassers. Wissensch. Meeresunters. Neue Folge II. — Kiel u. Leipzig 1897, p. 79.

[6] Siehe p. 60 [716].

Eigene Untersuchungen an der *Nitzschia putrida* Benecke.

Wie oben erwähnt, ließ sich einige Male je eine Diatomee auf einem Agarstückchen steril übertragen. Das erste Mal gelang diese Überimpfung am 16. November 1906. Die Übertragung erfolgte von einer Kultur Triest. Meerw. A. vom 15. November 1906 auf 3 Prozent ClNa L. (Leuzin in 0·5 pro Mille).

Am 20. November betrug der Radius des Areales, auf dem sich die Diatomeen verbreitet hatten, durchschnittlich 8 *mm*, was einer Fläche von 201 mm^2 entspricht. Nun wurden die Diatomeen gezählt, ihre Zahl belief sich auf 180.

Angenommen nun, die farblose *Nitzschia* verhielte sich wie ihre braune Verwandte in Miquels[1] Versuch und folgte gleichfalls dem Gesetze von Pfitzer[2] und MacDonald,[3] so müßten sich die Zahlen der nach den jeweiligen Teilungen vorhanden gewesenen Individuen verhalten haben wie die aufsteigenden Potenzen von 2 = 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256.

Angenommen also, die Diatomee folgte dem Pfitzer'schen Gesetze, so hätte sie sich in dem Augenblicke des Zählens gerade bei der Ausführung der achten Teilung befunden und die siebente eben vollendet gehabt.

Die Zählung erfolgte nach 40 Versuchsstunden. Somit hätte, immer unter der obigen Voraussetzung, die Diatomee zu jeder Teilung etwa fünf Stunden gebraucht, wobei natürlich noch weiter vorausgesetzt wird, daß jede Teilung unter normalen Verhältnissen die gleiche Anzahl Stunden benötigt.

Bevor ich nun in der Beschreibung meiner Versuche fortfahre, möchte ich die Methode genauer erörtern, die bei der Zählung von Hunderten, ja oft Tausenden von Diatomeen in Anwendung kam, da ich mich nicht erinnern kann, sie irgendwo beschrieben gefunden zu haben. Es ist klar, daß die Benutzung von Reinkulturen und das Bestreben, sie rein zu erhalten, ein Herausnehmen ganzer Agarkomplexe aus der Petrischale, das notwendigerweise wesentliche Verschiebungen, Auf-, Über- und Durcheinanderlagerungen der Diatomeen zur Folge gehabt hätte, völlig ausschloß. Mit Zählplatte und karriertem Deckglas usf. war also in unserem Falle nichts anzufangen. Ebenso war die Zählung im hängenden Tropfen wegen der in Anbetracht der Häufung großer Diatomeenmassen bald erfolgenden Erschöpfung der relativ geringen Nährstoffmenge, die er birgt, unverwendbar. Und ein Arbeiten unter Deckglas schien wegen der Erfahrungen Beneckes[4] über Aerotaxis und meinen[5] über das O-Bedürfnis nicht ratsam. So blieb nichts anderes übrig, als sich mit den gegebenen Verhältnissen irgendwie abzufinden.

Bei den ersten Zählversuchen, also z. B. bei der Feststellung der obigen Zahl 180 wurde mit der Linsenkombination Reichert Obj. 0, Ok. II gearbeitet und mit der in Tinte getauchten Feder auf dem nach oben liegenden Boden der Petrischale über die ganz deutlich sichtbaren Diatomeen Punkte gemacht, wobei auf einem bereit gelegten Papiere nach je 20 Punkten auf der Schale ein Strich auf dem Papiere gemacht wurde. Die Zahl der Striche brauchte nachher nur mit 20 multipliziert zu werden und die Zahl der Diatomeen war festgestellt.

Diese primitive Methode hatte vor allem den Vorteil der Einfachheit für sich und, daß sie trotzdem sehr gute Resultate zu geben vermochte, zeigen die Ausführungen auf p. 58 [714]; sie ist in etwas veränderter Form die, die der Bakteriologe[6] bei der Wasseruntersuchung verwendet, nur zählt er mit der Lupe Kolonien, hier aber werden Individuen gezählt. Auch reichte sie bei kleinen Kolonien mit geringer Individuenzahl aus, aber bei sehr großen Zahlen und sehr dichtem Wuchse der Diatomeen versagte sie. Die Tintenpunkte rückten

---

1 Miquel P., l. c.

2 Pfitzer E., l. c.

3 MacDonald J. D., l. c.

4 Benecke W., I, l. c., p. 554 u. 558.

5 Siehe Kapitel VII, p. 34 [690].

6 Vergl. Mez C., Mikroskopische Wasseranalyse. Berlin, 1898. Verl. v. J. Springer.

nämlich unter diesen Verhältnissen so nahe aneinander, daß sie zusammenflossen. Natürlich war es dann mit dem Zählen zu Ende, man wußte nicht mehr was schon gezählt war; auch war die Durchsicht durch die Schale völlig behindert.

Dieser Schwierigkeit kann nun durch einen Reichert'schen Zeichenapparat[1] völlig abgeholfen werden. Man bereitet ein karriertes Papier (Quadrate 0·5 *cm*), wie es auch käuflich erhalten wird, in der Weise vor, daß man mit der Feder und mit dem Lineal zwei im selben Punkte unter Winkeln von 45° gegeneinander verschobene Kreuze zieht, wodurch die Papierfläche in acht Sektoren geteilt wird.

Nun befestigt man in der vorgeschriebenen Weise[1] den Zeichenapparat auf dem Mikroskope, der bei der richtigen Einstellung das Bild der zahlreichen zur Kolonie vereinigten Diatomeenindividuen auf das vorbereitete Papier wirft. Es benötigt nun nur noch ein kleines Verschieben, um den Mittelpunkt der Kreuzsysteme mit dem Koloniemittelpunkt zur Deckung zu bringen und das Zählen kann beginnen. Man sieht sofort ein, daß, da die Feder die Punkte sofort auf das Papier machen kann, das Verwischen bei sauberem Arbeiten sozusagen ausgeschlossen ist, daß durch die Vergrößerung des Bildes ein leichteres Punktieren und damit ein sicheres Zählen ermöglicht wird. Nur muß auf zwei Sachen geachtet werden. Das Zeichenpapier muß gut befestigt sein und von der einmal begonnenen Zählung darf unter keiner Bedingung aufgestanden werden, denn jede kleine Verschiebung der Schale oder des Papiers bringt den Zählenden in diesem Falle um den ganzen Erfolg der bereits geleisteten mühevollen Zählarbeit.

Es sei noch ergänzend erwähnt, daß man selbstverständlich durch konzentrische Kreise oder durch Einschieben weiterer Radien das Gesichtsfeld noch genauer teilen kann, doch pflegte ich im großen und ganzen mit den erwähnten 8 Sektoren auszukommen.

Um einen Begriff zu geben, wie ein derartig abgezähltes Gesichtsfeld aussieht oder sich ein Sektor ausnimmt, in dem man die Punkte statt der Diatomeenbildchen eingetragen hat, mögen 2 seinerzeit hergestellte Zählbilder wiedergegeben werden (Fig. 3 *a* und *b*).

Aus den beiden Zählungsbildern geht auch gleichzeitig hervor, daß ich mich in der Folge wegen der entgegen dem p. 58 [714] mitgeteilten Versuche vielfach beobachteten Übereinstimmung in den Sektorenwerten damit begnügte, zwei neben- oder gegenüberliegende Sektoren auszuzählen und den Mittelwert aus beiden Zählungen mit 8 zu multiplizieren. Die ersten Zählungen sind aber durchaus durchgezählt worden.

Auf eine Fehlerquelle sei noch aufmerksam gemacht, die sich dann empfindlich geltend macht, wenn man völlig submerse oder solche submerse Kolonien[2] zählen will, die die Oberfläche erreicht haben und sich hier ausbreiten. Richtig werden dann nur die Oberflächenpartien gezählt sein, da man auf größere Tiefe bei den über- und durcheinanderliegenden Diatomeen der submersen Kolonien die einzelnen Individuen, die gezählt wurden, nicht im Gedächtnis behalten kann. Immerhin leistet die Methode bei zwei Lagen dicken Kolonien immer noch vorzügliche Dienste. Das einfachste natürlich ist es, um derartige Fehler, wie die erwähnten, zu vermeiden, nur reine Oberflächenkolonien abzuzählen.

Es lag auch der Gedanke nahe, die Zählung derart vorzunehmen, daß man die Kolonien zuerst photographiert und dann die Bilder der photographierten Diatomeen gezählt hätte, doch spielte in diesem Falle der erwähnte Fehler noch mehr mit, da bei der Photographie die Individuen nur einer einzigen Ebene aufgenommen werden, so daß ich mich entschloß, bei der erörterten Zeichenapparat-Zählmethode zu bleiben.

Es mögen nun noch einige Angaben folgen, die über das Teilungsgesetz und die Teilungsgeschwindigkeit der *Nitzschia putrida* hinlänglichen Aufschluß geben dürften.

Am 22. November 1906 10 Uhr früh wurde wieder eine einzelne Diatomee auf etwas Triest. Meerw. A.[3] in eine Petrischale mit Triest. Meerw. A. übertragen. Die Übertragung erfolgte steril.

---

[1] Brauer Fr., Reichert's neuer Zeichenapparat. Z. f. w. Mikroskopie. Bd. VIII., Jahrg. 1891, p. 451.

[2] Siehe Kapitel XX, 1, 2. und 5., p. 104, 106 und 108 [760, 762, 764].

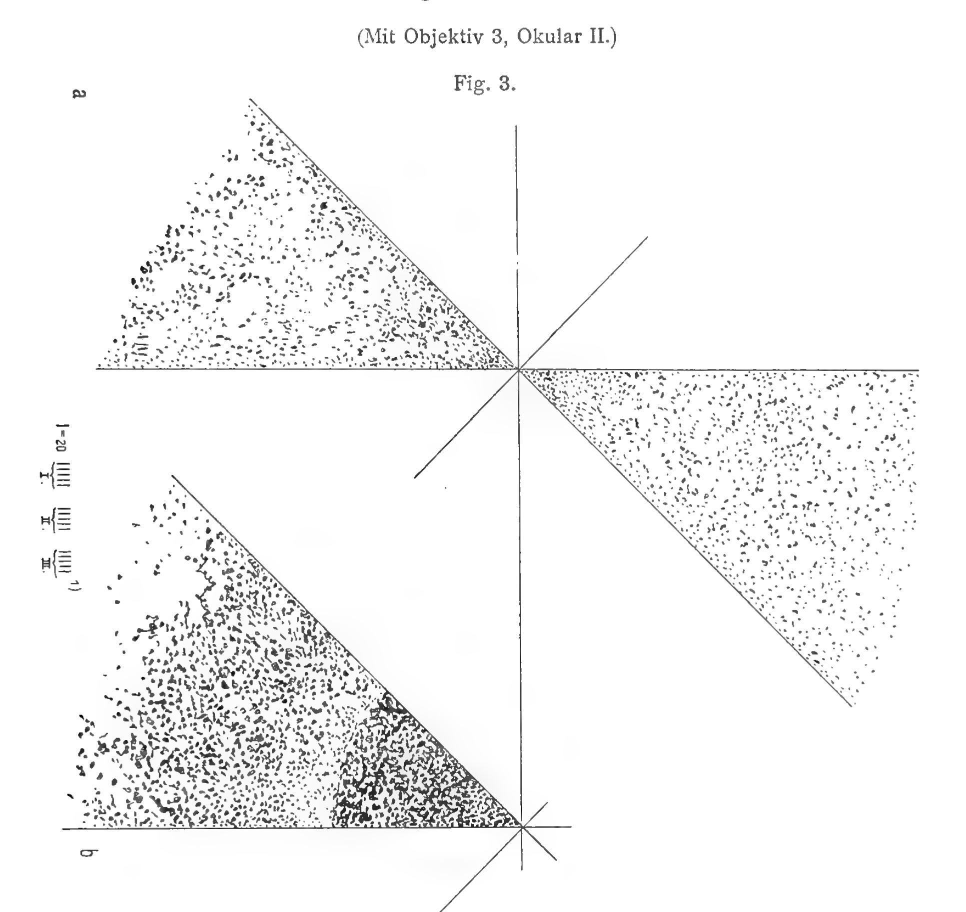
[3] Siehe Kapitel VI, p. 29 [685].

Nach der Berechnung vom 20. November mußten nach fünf Stunden zwei Diatomeen zu sehen sein. Daher wurde am 22. November um $5^1/_2$ Uhr nachmittags die Kultur kontrolliert und tatsächlich wurden zwei Diatomeen gefunden.

Wiedergaben zweier Zählungsbilder mit Reichert's Zeichenapparat.

(Mit Objektiv 3, Okular II.)

Fig. 3.



I. 5×20 = 100.
II. 5×20 = 100.
III. 5×20 = 100.
u. s. f.[1]

= 100 [1)]
+ 80 = 1080
+ 60 = 460

a) Zählung einer Kolonie der Var. *longa* am 26. Jänner. Deren Geschichte lautete 22. Dezember 1906 → 22. Jänner 1907.

b) Zählung einer Kolonie der Var. *nanella* am 26. Jänner 1907 von $^1/_2$10—$^1/_2$11^h vormittags.

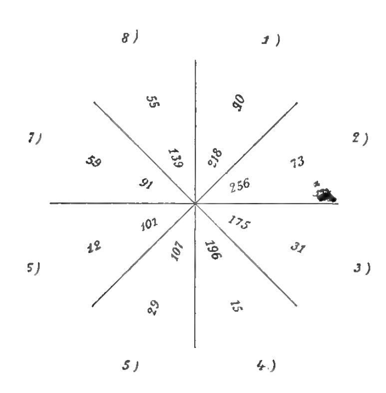
Am 23. November zählte ich um 10 Uhr früh, also nach 24 Stunden, 13 Individuen. Während 24 Stunden konnten nach der Berechnung vom 20. November bloß vier Teilungen stattgefunden haben (4×5 = 20). Vier Teilungen setzten aber das Vorhandensein von 16 Individuen voraus, eine Zahl, die

[1] Um das Bild nicht undeutlich zu machen und die Addition zu vereinfachen, wurde für je hundert Individuen ein dicker Strich gesetzt. Danach waren also in dem abgebildeten Oktanten *(b)* 1540 und in der Kolonie rund 12.320 Individuen vorhanden gewesen. Wenn man nun bedenkt, daß $2^{13} = 8192$ und $2^{14} = 16.384$, so muß sich die Diatomee während der Zählung eben in der 14. Teilung befunden haben.

Bei dem Zählungsbild *a* ergab die Zählung in analoger Weise im oberen Sektor 43×20 = 860, im unteren 36×20 = 720, also in beiden durchschnittlich 790 Individuen der Var. *longa*, was 790×8 = 6320 Individuen in der Kolonie entspricht. Da nun $2^{12} = 4096$ und $2^{13} = 8192$, befand sich die Diatomee eben in der 13. Teilung, als die Kolonie gezählt wurde.

nur um drei von der beobachteten abweicht. Damit wäre aber wieder eine Bestätigung für die Zahl von rund fünf Stunden als Lebensdauer der einzelnen Diatomee gefunden.

Am Samstag, den 24. November um 6 Uhr abends war der hängende Tropfen Kondensationswasser, in dem sich die Diatomeen ursprünglich befanden (die Schale stand wegen des leichteren Zählens mit dem Deckel nach unten) und das benachbarte Agar übersät mit farblosen Diatomeen; um sie zu zählen, wurde das Gebiet von rund 314 mm^2 in acht Sektoren geteilt, von denen jeder aus einem Kondensationswasserbezirk I und einem Agargebiet II bestand, für welche die gefundenen Diatomeenzahlen getrennt bestimmt wurden; sie lauteten:



	I	+	II
1.	218	+	90
2.	256	+	73
3.	175	+	31
4.	196	+	15
5.	107	+	29
6.	101	+	12
7.	91	+	59
8.	139	+	55
Summe	1283	+	364 = 1647 Diatomeen.

Nun sind vom

22. November, 10 Uhr a. m. bis 24. November 10 Uhr a. m. . . 48 Stunden,

vom

24. November, 10 Uhr a. m. bis 24. November 6 Uhr p. m. . . . . 8 Stunden,

zusammen . . . . 56 Stunden

verflossen.

Unter der Annahme, daß die Lebensdauer der farblosen Diatomee fünf Stunden beträgt und dieser Wert bei allen Teilungen konstant bleibt, ergeben sich als theoretisch postulierte Diatomeenmengen

nach	5	Stunden	2,
»	10	»	4,
»	15	»	8,
»	20	»	16,
»	25	»	32,
»	30	»	64,
»	35	»	128,
»	40	»	256,
»	45	»	512,
»	50	»	1024,
»	55	»	2048.

Es wäre somit nach der Versuchszeit von 56 Stunden theoretisch die Zahl 2048 zu erwarten gewesen.

Die tatsächlich gefundene Zahl 1647 und die theoretisch postulierte sind aber nur um 401 voneinander verschieden, eine Differenz, die durch die Fehlerquellen beim Zählen ihre Erklärung finden könnte und durch die Wahrscheinlichkeit, daß sich nicht alle Individuen auf die Minute genau teilten, daß also die vielleicht wenige Sekunden nach der Zählung sich trennenden Doppelindividuen eben als je ein

Individuum gezählt wurden, wodurch die Gesamtzahl hätte herabgedrückt werden müssen. Es scheint daher auch die Annahme berechtigt, daß sich die Diatomee bei der Zählung in der 11. Teilung befand, und man dürfte nicht zu stark fehlgehen, wenn man an dem Werte von fünf Stunden als mittlere Lebensdauer der *Nitzschia putrida*-Zelle festhält.

Somit ginge, da ja sämtliche bei der Überprüfung des Teilungsmodus der rein gezüchteten Diatomee notwendigen Annahmen, Berechnungen und Voraussagen, die die Diatomee nicht Lügen strafte, auf den Folgerungen des Pfitzer'schen Gesetzes basierten, aus den obigen Ausführungen als gesichert hervor, daß die reingezüchtete *Nitzschia putrida* zweifellos dem Pfitzer-Mac Donald'schen Gesetze folgt, wobei es höchst wahrscheinlich ist, daß unter den gebotenen Ernährungs- und Temperaturverhältnissen und bei Bewahrung im Dunkeln von einer Teilung der Diatomee bis zur anderen rund fünf Stunden vergehen, daß also jedes Individuum während der Koloniebildung[1] eine mittlere Lebensdauer von rund fünf Stunden besitzt. Nach diesen Erfahrungen würde sich aber diese farblose Bacillariacee, was Teilungs- und Wachstumsgeschwindigkeit anlangt, den raschwüchsigen Bakterien[2] würdig an die Seite stellen. Gleichzeitig wäre damit aber auch das oft beobachtete rapide Erscheinen der Kolonien erklärt.[3]

Danach hätten nun freilich die angeführten Berechnungen und Beobachtungen zu ganz anderen Ergebnissen bezüglich der Teilungsgeschwindigkeit geführt, als die Angaben von Benecke[4] und Karsten[5] hätten vermuten lassen, so daß ich mich genötigt sehe, nochmals auf die wichtigen Arbeiten beider Forscher einzugehen.

Da Benecke gerade bei diesen Versuchen nur von Schlickproben spricht, von einer Nährlösung bestimmter Zusammensetzung aber nichts erwähnt, kann ich mich bezüglich der Möglichkeit, daß die Ernährung für den großen Wachstumsunterschied verantwortlich zu machen sei, nur an die Angaben von Karsten halten. Karsten nimmt Asparagin-Zuckerlösungen in Meerwasser des Tyrrhenischen Meeres (Versuchsstation Neapel) und eine Lösung von Asparagin in Meerwasser, durchaus Lösungen, deren hoher Nährwert nach den Erfahrungen über die N- und C-Nahrung der *Nitzschia putrida*[6] niemand in Frage stellen wird. Und wenn man bedenkt, daß ich gerade bei dem geschilderten Versuche nur eine Lösung von ungewässertem Agar in Triester Meerwasser benutzte, wird man mit noch mehr Gewißheit zugeben, daß der Nahrungsmangel nicht die Schuld an dem großen Unterschiede in der

---

1 Daß es später nach Entwicklung der Kolonie anders sein muß, beweist die Tatsache, daß die Kolonien, wenn sie eine bestimmte Größe erreicht haben, entweder gar nicht mehr oder nur ganz wenig weiterwachsen. Da man diesen Punkt des Stillstandes durch Dichtsaat rascher erreichen, durch möglichst weitgehende Verdünnung des Impfmaterials aber weit hinausschieben kann, ist die Annahme wohl berechtigt, daß dieser Wachstumsstillstand entweder auf Nahrungsmangel oder auf Ausscheidung von gegenseitig hemmenden Giftstoffen oder auf beides zugleich zurückgeführt werden kann. Es sind übrigens analoge Erfahrungen bei Bakterien schon oft gemacht worden und für Grünalgen verzeichnet sie Beijerinck M. W. (Kulturversuche mit Zoochlorellen etc., l. c.); auch für braune Süßwasserdiatomeen ist etwas Ähnliches festgestellt worden (Richter O., I und II, l. c.). Man könnte auf den Gedanken kommen, diese Tatsache mit heranzuziehen, um die Differenz von 401 in dem obigen Zählversuche zu erklären. Daß sich die Sache anders verhält, wird gleich gezeigt werden. Ich möchte hier nur zum Vergleich auf Müller's M. Untersuchungen über den Typhusbacillus verweisen (zitiert nach Gotschlich E.[2], l. c., p. 422), der gezeigt hat, daß schon nach 24 Stunden beim Typhusbac. »die schädigenden Einflüsse so Oberhand gewannen, daß die Generationsdauer um das doppelte oder mehr verlängert wurde«. Vgl. mit der Teilungsgeschwindigkeit der *Nitzschia putrida* (= fünf Stunden) die Erfahrungen Lüder's, l. c., p. 52, an *Achnanthes longipes* Ktz., bei der »48!« Stunden vergehen, bis eine aus der Teilung hervorgegangene Zelle so weit ausgebildet ist, daß sie aufs neue sich teilen kann. Auch Lauterborn's, l. c., Beobachtungen über Teilung von Diatomeen wären hier zum Vergleiche heranzuziehen.

2 Gotschlich E., Fortpflanzung, Wachstum und Fruktifikation der Mikroorganismen. In Flügge C., Die Mikroorganismen. Leipzig 1896. Verl. v. F. C. W. Vogel. I. F., p. 421.

3 Vgl. Kapitel XX, 5, p. 108 [764].

4 Benecke W. I, l. c., p. 563.

5 Karsten G. I, l. c., p. 428.

6 Siehe Kapitel III, p. 19 [675].

Teilungsgeschwindigkeit in seinen und meinen Versuchen gewesen sein kann, von dem langsamen Wuchse der *N. putrida* in Benecke's Experimenten gar nicht zu reden.

Den Grund für den Unterschied unserer Angaben sehe ich vielmehr in der Tatsache, daß Benecke und Karsten mit Roh-, ich mit Reinkulturen gearbeitet haben.

Bei der großen Empfindlichkeit der Diatomee gegen Gifte, ob sie nun aus Münzen[1] gelöst werden oder aus Stoffwechselprozessen von Hyphomyceten stammen[2] oder aber von ihnen selbst ausgehen,[3] ist es nicht zu wundern, daß sie auch durch Bakteriengifte geschädigt werden, die sich in nicht unerheblicher Menge in Karsten's, vor allem aber in Benecke's Zählkulturen befunden haben mögen.

Es dürfte vielleicht ganz instruktiv sein, die nach der oben[4] zitierten Formel berechneten Vermehrungsfüße aus Benecke's, Karsten's und meinen Versuchen nebeneinander zu schreiben. Es wird dabei der in Rede stehende Unterschied besonders klar zutage treten.

Tabelle 6: Über den Unterschied in der Größe des Vermehrungsfußes der Nitzschia putrida Benecke in den Experimenten von

	Benecke	Karsten			Richter
bei Verwendung von:	Schlick in Meerwasser	Asparagin 2%	Asparagin 2% Zucker 2%		Triest. Meerw. A.
	1·219	1·58	1·87	2·236	für das erste $^1/_3$ d. Tages = 8.
		1·87	1·913	2·739	für die folgenden $^2/_3$ Tage = 16·57.
		2·646	2·08	3·162	die nächsten $^4/_3$ Tage = 37·76.

Diese Tabelle ist insofern sehr interessant, als sie uns, abgesehen von dem Einflusse der Reinkultur auf die Teilungsgeschwindigkeit auch die Bedeutung des Nährsubstrates ganz deutlich illustriert. So erhielt Karsten mit Asparagin-Zuckerernährung entschieden günstigere Resultate als mit Asparagin allein, wie denn überhaupt Karsten mit Hilfe seiner Berechnungsweise bereits gefunden hatte, daß die *N. putrida* alle braunen Verwandten, die *N. dubia* vielleicht ausgenommen, an Teilungsgeschwindigkeit übertrifft und das trotz Schädigung durch Bakterien. Freilich verhalten sich die Werte nur etwa wie 1·02 (*N. Palea*)[5] zu 3·162 (*N. putrida*) u. a. m.

Bei Anwendung von Reinkulturen schnellt nun der Vermehrungsfuß auf 8, 16·57, 37·76 in die Höhe, Werte, die ohne jeden Kommentar die Bedeutung der Reinkultur auch bei Fragen wie die vorliegende illustrieren. Vergleicht man endlich die Werte nach $^1/_3$, $^2/_3$ und $^4/_3$ Tagen untereinander, so fällt eine gewisse Gesetzmäßigkeit in der Zunahme des Vermehrungsfußes in die Augen, die, wie man unschwer zeigen kann, den eigentlichen Grund erkennen läßt, warum der seinerzeit gefundene Zählwert 1647 dem theoretisch postulierten von 2048 nicht gleich ist, die aber auch die Mittel an die Hand gibt, zu zeigen, daß die Zählung eine sehr genaue und damit die angewandte Methode eine sehr gute gewesen sein muß, die — und das ist wohl das Wichtigste — beweist, daß die ermittelte Teilungsgeschwindigkeit nicht nur um fünf Stunden gelegen, sondern geradezu fünf Stunden gewesen sein muß.

[1] Siehe Kapitel IX, p. 38 [694].

[3] Siehe Kapitel VIII, p. 36 [692].

[3] Siehe Kapitel XX, 5, p. 108 [764].

[4] Siehe p. 54 [710].

[5] Karsten G., I, l. c., p. 430.

Die betreffenden Rechnungen sind so frappierend in ihrer Übereinstimmung, daß sie ausführlich wiedergegeben werden mögen:

Nach	1 Tage	wurden gezählt	13 Individuen;	theoretisch	gefordert	waren	16 Individuen
»	weiteren $^4/_3$ Tagen	»	» 1647	»	»	»	» 2048 »

$$\frac{\log 1647 - \log 13}{^4/_3} = 1{\cdot}577061 \qquad \frac{\log 2048 - \log 16}{^4/_3} = 1{\cdot}58040$$

log 1647	3·21669		log 2048	3·31133
—log 13	1·11394		—log 16	1·20412
	2·10275 : 4			2·10721 : 4
	0·525687 . 3 =			0·52680 . 3 =
	= 1·577061			= 1·58040
	$W = 37{\cdot}76$			$W = 38{\cdot}054$

Das heißt aber soviel als: Die Diatomeen haben sich während des zweiten Versuchstages mit der Teilungsgeschwindigkeit von fünf Stunden völlig regelmäßig geteilt und der niedere Wert von 1647 ist auf die Verspätung der Teilung am ersten Tage zurückzuführen.

Was nun wieder der Grund dieser Verspätung war, das entzieht sich vorläufig unserer Erkenntnis. Doch brauchen wir zur Erklärung nur anzunehmen, daß aus irgendwelchen Gründen nach 15 Versuchsstunden, bei der dritten Teilung also, bei der normalerweise hätten 8 Individuen entstehen sollen, eines unterdrückt worden sei, somit bloß 7 gebildet worden wären, die bei der nächsten Teilung 14 geliefert hätten. Wäre nun eines im Moment der Zählung mit der Teilung noch nicht fertig gewesen, so hätte es als Doppelindividuum gezählt werden müssen, wodurch die am 24. November 1906, 10 Uhr vormittags, festgestellte Zahl 13 erklärt wäre, die nun die Basis für die weiteren Teilungen gebildet haben muß.

Knüpfen wir an die Darstellung der p. 58 [714] an, so gab es

nach	20	Stunden	13	Individuen, die
»	25	»	26	»
»	30	»	52	»
»	35	»	104	»
»	40	»	208	»
»	45	»	416	»
»	50	»	832	»
»	55	»	1664	»

hätten geliefert haben müssen; gezählt wurden 1647 Diatomeen, ein Ergebnis, von dem gewiß nicht zuviel vorausgesagt war, wenn erklärt wurde, es stelle die Anwendbarkeit des Pfitzer-Mac Donaldschen Gesetzes auf unsere Diatomee außer Zweifel, bekräftige die Tatsache von der fünfstündigen Lebensdauer der Diatomee unter den gegebenen Verhältnissen und beweise die Brauchbarkeit der verwendeten Zählmethode aufs schlagendste.

Dieses Ergebnis beweist aber auch gleichzeitig die Brauchbarkeit der von Karsten empfohlenen Formel für den Vermehrungsfuß, so daß das genannte Gesetz und diese Formel, die an sich nichts mit einander zu tun haben, beide für die Bestimmung der Vermehrung zunächst unserer Diatomee zu Recht bestehen.

Die an der *Nitzschia putrida* durchgeführte Ableitung des Pfitzer-Mac Donald'schen Gesetzes gewinnt, wenn man überhaupt von einem Spezialfall auf die Allgemeinheit schließen darf, noch ein erhöhtes allgemeines Interesse. Durch die kaum gehoffte Übereinstimmung zwischen den theoretisch

postulierten und den praktisch gefundenen Werten ist nämlich eine neue wesentliche Stütze für die Gültigkeit des angeführten Gesetzes geschaffen worden. Pfitzer[1] selbst hat insbesondere durch Heranziehung der häufig eintretenden Auxosporenbildung und durch den Hinweis darauf, daß sie von den kleinsten Individuen ausgehe, seine Hypothese zu stützen gesucht. Nun hat aber Miquel[2] gezeigt, daß die Auxosporenbildung nicht notwendig mit der vorgeschrittensten Längenverminderung zusammenhängt, sondern daß bei der *N. Palea* gerade solche Individuen Auxosporen bildeten, die noch lange nicht die kleinsten waren. Damit schien aber eine von Pfitzer selbst gebrachte wesentliche Stütze seiner Ansicht unsicher gemacht. Und darum glaubte ich die Beziehungen der vorstehenden Beobachtungen an der *N. putrida* »zur allgemeinen Auffassung der Entwicklungsgeschichte der Bacillariaceen«[1] charakterisieren zu sollen, denn nach Miquel's[3] mühevollen Messungen, die im folgenden Abschnitt noch gewürdigt werden, sind die Befunde an der *N. putrida* der erste Fall, wo mit Zählung und Messung ohne beirrende Nebenfaktoren, wie Schädigung durch Bakterien etc., an einer in völliger Reinzucht befindlichen Diatomee die MacDonald-Pfitzer'schen Probleme überprüft worden sind.

2. Die Bestimmung der vorherrschenden Länge der Diatomeen nach einer bestimmten Anzahl von Impfungen.

Früher[4] wurde erörtert, daß man imstande sei, auf Grund der Gültigkeit des Pfitzer-MacDonald-schen Gesetzes zu berechnen, wie viele Individuen der Länge A, A_1, A_2, $A_3 \ldots A_n$ in einer Kolonie bei Flüssigkeitskulturen, in die nur eine einzige Diatomee eingetragen wurde, und wie viele Individuen der betreffenden Längen in der ganzen Kultur vorhanden sein mögen.

Miquel[5] hat nun unstreitig das Verdienst, das Pfitzer'sche Gesetz durch mühsame Zählungen an *Nitzschia linearis* zum ersten Male fundiert zu haben. Die verwendete Kultur war recht »rein« (!), abgesehen von einigen kugeligen Grünalgen.

»L'espèce est rigoureusement pure;...Notons, seulement, dans la macération la présence de quelques petites algues vertes globulaires en croissants et en fuseaux.«

Nach 40 Tagen wurde die Kultur unterbrochen, die überstehende Flüssigkeit vorsichtig dekantiert, der Bodensatz mit Salzsäure vorsichtig gewaschen und auf 20 dünne Plättchen aufgetragen, um nach dem allmählichen Trocknen die Diatomeen in Kanadabalsam einzubetten. Bei den nun folgenden Zählungen konnten Diatomeen der Längen von

39	39·5	40	40·5	41	41·5	42	42·5	43	43·5 Teilstrichen
1	12	64	91	260	284	219	51	16	2

des verwendeten Mikrometerokulars nachgewiesen werden in Mengen, wie sie durch die unter den Teilstrichangaben stehenden Zahlen dargestellt sind. Man erkennt sofort, daß sie in ihrer Aufeinanderfolge dem durch die Natur der Koeffizienten des binomischen Lehrsatzes geforderten symmetrischen Bau entsprechen mögen. Dabei stammte das Impfmaterial aus Kulturen mit den vorherrschenden Längen von 44 und 44·5 Teilstrichen. Doch war nicht mit Sicherheit von einer einzigen Diatomee ausgegangen worden.

»Une macération d'eau douce stérilisée reçoit par le procédé du fractionnement un ou deux frustules, au plus, de la Diatomée appelée Nitzschia linearis.«[6]

---

1 Pfitzer E., Unters. über Bau und Entwicklung etc., l. c., p. 155.

2 Miquel P., Octobre — Novembre 1892, l. c., p. 26. Vgl. auch die Fußnote 2 auf p. 67 [723].

3 Miquel P., l. c., p. 12.

4 Siehe Kapitel XIII, 1, p. 53 [709].

5 Miquel P., l. c., p. 12.

6 Miquel P., l. c., p. 11.

Da ich nun wiederholt das Glück hatte, ein einziges Individuum der *N. putrida* auf ein neues Nährsubstrat übertragen zu können, konnte also auch der Frage nach der vorherrschenden Länge in der Kolonie mit entsprechend weitgehenderer Genauigkeit beigekommen werden.

Es wurde bereits mitgeteilt, daß im Dezember 1906 ganz plötzlich in einer Kultur der Var. *longa* eine winzige farblose *Nitzschia* auftrat, die auch reingezüchtet werden konnte und als Var. *nanella* beschrieben wurde.

In einem Sektor einer Kolonie dieser Diatomee wurden am 26. Jänner 1907 nach etwa $2^1/_3$ Tagen 1540 Individuen gezählt, so daß man die Gesamtzahl Diatomeen der Kolonie mit 12.320 (1540.8) einschätzen durfte.

Die Zahl 12.320 liegt zwischen 8192 und 16.384 oder zwischen 2^{13} und 2^{14}, so daß man unter Voraussetzung gleicher Teilungszeiten und unter Zugrundelegung der Stundenzahl 5 als Teilungsdauer zu dem Schlusse käme, daß die Diatomeen eben die 13. Teilung beendet hatten und in der 14. Teilung begriffen waren, als die Zählung stattfand.

Die Theorie erforderte die Individuen: A, A_1, A_2, A_3 usf. bis A_{13}, von denen A_6 und A_7 in der Kultur in der größten Individuenzahl vertreten sein mußten, wenn die Kolonieentwicklung in normaler Weise vor sich ging.

Nach der früher angeführten Formel ist

$$A_6 = A-6.2\gamma = A-6.2.0\cdot 2 = A-6.0\cdot 4,$$
$$A_7 = A-7.2\gamma = A-7.2.0\cdot 2 = A-7.0\cdot 4,$$

da $\gamma = 0\cdot 2\ \mu$ gemessen wurde.[1] $A_6 = A-2\cdot 4$; $A_7 = A-2\cdot 8$; nun war $A = 16\ \mu$, daher sind die theoretisch geforderten Werte für die vorherrschenden Längen in unserer Kultur

$$\underline{A_6 = 13\cdot 6\ \mu \text{ und } A_7 = 13\cdot 2\ \mu.}$$

Die am Tage der Zählung durchgeführten Messungen ergaben:

Individuen	der Länge	16	μ........	8·33%
»	»	15	»........	33·33 »
»	»	14·4	»........	20·8 »
»	»	14	»........	33·33 »
»	»	13	»........	4·16 »

Es waren also die Längen 14 und 15 μ am meisten vertreten.

Wie man sieht, unterscheiden sich diese Werte von den geforderten nur um Bruchteile eines Mikrons, im äußersten Falle um 1·8 μ, was noch nicht über den Rahmen, den die Fehlerquellen bestimmen, hinausgeht. Somit kann auch der Befund über die Bestimmung der vorherrschenden Länge der Diatomeen einer Kolonie mit Vorteil dazu herangezogen werden, die Gültigkeit des Pfitzer-Mac Donald'schen Gesetzes für die farblose Diatomee zu erweisen.

Es wäre nun gewiß von nicht geringer Bedeutung für die Einsicht in die Geschwindigkeit der Längenverminderung und in die Physiologie der Diatomee, wenn man es in die Hand bekäme, etwa mit Hilfe einer Formel die vorherrschende Länge in einer Kolonie nach einer bestimmten Anzahl von Impfungen vorauszusagen. Der Experimentator wäre dadurch in den Stand gesetzt, die Zeit, wann er die

---

1 Die von Miquel (l. c., p. 3) angebrachte Korrektur, die darauf hinweist, daß mit dem Kleinerwerden der Diatomee auch die Gürtelbanddicke um Bruchteile kleiner wird, habe ich wegen der bei der *Nitzschia putrida* auch nicht einmal schätzbaren Größen unberücksichtigt gelassen. Miquel drückt seine Ansicht durch die Formel $x = \frac{a-a_1}{n}$ aus. Vgl. p. 66 [722].

Diatomee bis zur Grenze der Teilungsmöglichkeit bringen dürfte, mit ziemlicher Genauigkeit auszurechnen, und wäre somit in der Lage, vielleicht zu der Zeit eintretende Gestaltveränderungen aus inneren Ursachen gleich von ihrem ersten Beginne mit der Aufmerksamkeit des Erwartungsvollen zu betrachten und in ihrer Entwicklung zu verfolgen, ohne von extrem ausgebildeten Formabweichungen überrascht zu werden, deren Bindeglieder ihm fehlen.

Eine solche Formel läßt sich nun tatsächlich finden. Wir wollen sie zunächst theoretisch ableiten und dabei auf das schon früher[1] angeführte Schulbeispiel $(1+1)^6$ zurückgreifen.

Die Zahl und Art der Individuen waren:

$$A+6A_1+15A_2+20A_3+15A_4+6A_5+A_6.$$

Das sind zusammen 64 Individuen, also gewiß eine Kolonie, von der bereits abgeimpft werden könnte.

Welche Individuen hätten wohl in diesem Falle die größte Wahrscheinlichkeit für sich, überimpft zu werden? Sicherlich die, die in der größten Zahl in der sechsten Potenz des Binoms $(1+1)^6$ auftreten, also A_2, A_3 und A_4, allen voran A_3 (oder B).

Liefern nun die Individuen der Länge B im neuen Substrat wieder Kolonien von 64 Diatomeen, so würden diese lauten:

$$B+6B_1+15B_2+20B_3+15B_4+6B_5+B_6,$$

in denen wieder B_3 (oder C) die größte Wahrscheinlichkeit für sich hat, an der Impfnadelspitze hängen zu bleiben und übertragen zu werden.

C liefert unter den gleichen Umständen bei der nächsten Impfung

$$C+6C_1+15C_2+20C_3+15C_4+6C_5+C_6,$$

wobei wiederum C_3 im Vorteil ist usf.

Da nach Analogie zur Bestimmung von A_1[2]: $C_1 = C-2\gamma$, ist

$$C_3 = C-3.2\gamma;$$

da $C = B_3 = B-3.2\gamma$, ist

$$C_3 = B-2.3.2\gamma; \text{ und da}$$

$$B = A_3 = A-3.2\gamma, \text{ ist}$$

$$\underline{C_3 = A-3.3.2\gamma,}$$

woraus sich folgern ließe, daß für den gegebenen Fall die vorherrschende Länge in den Kolonien der III. Impfung gefunden würde, wenn man von der ursprünglichen Länge der Diatomee die neunfache doppelte Schalendicke abzieht.

Der Ausdruck $A-3.3.2\gamma$ entspricht aber auch dem $A_9 = A_{3.3}$, woraus sich unschwer die folgende Reihe ableiten läßt:

I. Impfung		$A_3 = A-3.2\gamma$
II.	»	$A_{2.3} = A-2.3.2\gamma$
III.	»	$A_{3.3} = A-3.3.2\gamma$
IV.	»	$A_{4.3} = A-4.3.2\gamma$
V.	»	$A_{5.3} = A-5.3.2\gamma$
VI.	»	$A_{6.3} = A-6.3.2\gamma$
n	»	$A_{n.3} = A-n.3.2\gamma.$ [3]

---

1 Siehe p. 53 [709].

2 Siehe p. 53 [709].

3 Das ist derselbe Ausdruck, wie er im Jahre 1906 (Richter Oswald, III, l. c., p. 280) und in Richter Oswald, Die Bedeutung der Reinkultur, l. c., p. 10 veröffentlicht wurde. Daß er noch nicht allgemein genug gefaßt war, zeigen die weiteren Ausführungen.

Man findet somit unter der Voraussetzung, daß man sich die Mühe nimmt, nach je 30 Stunden abzuimpfen, die vorherrschende Länge der Diatomeen irgendeiner Impfung nach dem Ausdrucke:

$$A_{3n} = A - 3n.2\gamma,$$

wobei n die Zahl der Impfung, A_{3n} die vorherrschende Länge der Diatomeen der n^{ten} Impfung beim Abimpfen nach je 30 Stunden, A die ursprüngliche Länge und γ die Dicke der Diatomeenschale darstellt.

Läßt man die Kolonien aber größer werden, ehe man abimpft, wartet man z. B. 55 Stunden wie in dem früher[1] mitgeteilten Falle, dann sind A_5 und A_6 die vorherrschenden Längen der Ausgangskultur, oder überimpft man von 60 zu 60 Stunden, dann nimmt, der Größe der Kultur entsprechend, die in den Tochterkolonien vorherrschende Länge auch bedeutend rascher ab.

In $(1+1)^{12}$ ist A_6 die meist vertretene Länge und mit der größten Wahrscheinlichkeit ausgerüstet, übertragen zu werden. Danach ergibt sich bei neuerlichem Abimpfen nach je 60 Stunden die folgende Reihe:

I. Impfung		$A_6 = A-6.2\gamma$
II.	»	$A_{2.6} = A-2.6.2\gamma$
III.	»	$A_{3.6} = A-3.6.2\gamma$
n	»	$A_{n.6} = A-n.6.2\gamma.$

Für A_5 als vorherrschende Länge der ersten Impfung und bei gleicher Entwicklungszeit für die Kultur lautet die entsprechende Reihe:

I. Impfung		$A_5 = A-5.2\gamma$
II.	»	$A_{2.5} = A-2.5.2\gamma$
III.	»	$A_{3.5} = A-3.5.2\gamma$
n	»	$A_{n.5} = A-n.5.2\gamma.$

oder ganz allgemein ausgedrückt:

I. Impfung		$A_m = A-m.2\gamma$
II.	»	$A_{2m} = A-2m.2\gamma$
III.	»	$A_{3m} = A-3m.2\gamma$
n	»	$X = A_{n.m} = A-n.m.2\gamma.$

In dieser Formelfolge bedeutet somit A die ursprüngliche Länge der geimpften Diatomee; m ist der Index von A_m, der vorherrschenden Länge der Ausgangskolonie für die folgenden Impfungen, I, II, III...n die Zahl der Impfungen, γ die Dicke der Diatomeenschale und $X = A_{mn}$ die gesuchte Größe, die vorherrschende Länge nach n Impfungen.

Aus diesem Ausdrucke geht zunächst hervor, daß die Raschheit der Verkleinerung in erster Linie zurückzuführen ist auf die Zahl der durchgeführten Impfungen, wenn sonst die gleiche Zeit zwischen den Abimpfungen eingehalten wird. In zweiter Linie ist die zu erwartende vorherrschende Länge irgendeiner späteren Impfung abhängig von der vorherrschenden Länge der I. Impfung und so indirekt abhängig von der Zeit, aber, wie wir gleich hören werden, von dieser nur in beschränktem Maße. Die früher angenommenen Beispiele haben es ja sattsam illustriert, daß bei Verschiebung der I. Abimpfung um einige Stunden die Kolonie weiter herangewachsen ist, ihre mittlere Länge also in den Kolonien der I. Impfung kleiner geworden und dadurch die zu erwartende mittlere Länge nach n Impfungen auch entsprechend herabgedrückt sein muß. Trotzdem ist, wie gesagt, die Zeitfrage nur von beschränkter Bedeutung, weil sie bei alten Kulturen gar keine Rolle mehr spielt. Die farblosen Diatomeen verhalten sich nämlich in der Beziehung wie ihre braunen Verwandten, wie Grünalgen und Bakterien: haben ihre

[1] Siehe p. 58 [709].

Kolonien eine gewisse Größe erreicht, so wachsen sie nicht mehr weiter, offenbar wegen der Anhäufung schädlicher Stoffwechselprodukte in der Kolonie, die hemmend wirken.[1]

Es braucht wohl kaum noch eigens betont zu werden, daß die Länge der ersten geimpften Diatomee und deren Schalendicke auch von ausschlaggebender Bedeutung sind, wobei nochmals auf Miquel's[2] Bemerkung von dem sukzessiven Kleinerwerden der Schalendicke verwiesen sein mag, womit Miquel gewiß einen Faktor betont, der der rapiden Verkleinerung entgegenarbeiten dürfte.

Nimmt man nämlich die Dicke des Gürtelbandes mit Miquel gleich $\frac{a}{2}(\gamma)$ und die Verkleinerungsgröße der ganzen Schale gleich $a(2\gamma)$, so läßt sich mit Hilfe einer arithmetischen Progression

$$a,\ a-x,\ a-2x\ldots a-nx$$

finden, wie groß diese Verminderung nach n Generationen ist, wobei x die Verminderung bedeutet.

Um diese supponierte Konstante x, die natürlich verschwindend klein sein muß, zu erhalten, verfährt Miquel in der Art, daß er die Differenz der Schalendicken zweier durch eine Reihe von n Teilungen getrennter Diatomeen bildet und durch die Teilungszahl dividiert. Danach ist

$$x = \frac{a-a_1}{n}.$$

Ich gebe zu, daß dieser Dickenverminderungsfaktor theoretisch gewiß eine Rolle spielt und daß bei starkschaligen großen Diatomeen auch unschwer die Größen a und a_1 festgestellt werden können; bei der farblosen Diatomee aber ist es schon eine Kunst, die Dicke des Gürtelbandes zu bestimmen — $0 \cdot 2\,\mu$ liegt ja knapp an der Grenze des mikroskopischen Auflösungsvermögens[3] —, wo kann man da mit Sicherheit Unterschiede in den Gürtelbanddicken angeben. Es kann also ohne weiteres der Dickenverminderungsfaktor in der Bewertung von γ unberücksichtigt bleiben und damit an der Formel

$$\underline{X = A_{nm} = A - n.m.2\gamma}$$

festgehalten werden.

Ein Beispiel mag die Brauchbarkeit der Formel illustrieren.

Die am 22. November geimpfte Urahne hatte, mit Reichert 3, II und Reichert's Okularmikrometer des Sterilbleibens wegen durch den Petrischalenboden und das Agar gemessen, eine Länge von $48 \cdot 9\,\mu$.

Am 24. November befanden sich die Diatomeen nach den früheren Ausführungen zur Zeit der Zählung in der 11. Teilung, wonach sich als theoretisch postulierte vorherrschende Längen $A_5 = A - 10\gamma = 46 \cdot 9\,\mu$ und $A_6 = A - 12\gamma = 46 \cdot 5\,\mu$ ergaben.

Am 24. November wurde von dieser Kultur abgeimpft, deren Individuen mit der $^1/_{12}$ Immersion von Reichert und dem Reichert'schen Mikrometerokular Nr. 6 gemessen wurden.

Die gemessenen Längen waren:

	46 μ	mit 20·83%	
	45 »	8·33 »	
44·2	44·4 »	12·5 »	62·49%
	44·2 »	4·16 »	
	44 »	45·83 »	
	43 »	4·16 »	
	40 »	4·16 »,	

woraus hervorgeht, daß die Länge von $44\,\mu$ mit $45 \cdot 83\%$, beziehungsweise eine mittlere Länge von $44 \cdot 2\,\mu$ mit $62 \cdot 49\%$ am reichlichsten vertreten war.

---

[1] Vgl. p. 59 und 60 [... und ...].

[2] Miquel P., Octobre-Novembre 1892, l. c., p. 3. Vgl. p. 63 und 103 [719 und 759].

[3] Siehe Molisch H., Über Ultramikroorganismen. Bot. Zeitg., 1908, 66. Jg., p. 131.

Es handelte sich dabei um die zweite Impfung; n war 2; m, der Index der vorherrschenden Länge der ersten Impfung war 6 oder 5, woraus sich für $X = A_{nm} = A - n.m.2\gamma$ die Werte

$$A_{2.5} = A - 2.5.2\gamma \quad \text{oder} \quad A_{2.6} = A - 2.6.2\gamma$$
$$A_{2.5} = A - 20 \cdot 02 \qquad A_{2.6} = A - 24.0 \cdot 2$$
$$A_{2.5} = 48 \cdot 9 - 4 \qquad A_{2.6} = 48 \cdot 9 - 4 \cdot 8$$
$$A_{10} = 44 \cdot 9\ \mu \qquad A_{12} = 44 \cdot 1\ \mu$$

ergeben.

Zu den gleichen Werten gelangt man, wenn man von den schon berechneten Werten $A_5 = 46 \cdot 9\ \mu$ und $A_6 = 46 \cdot 5\ \mu$ ausgeht. Es ist

$$A_{10} = A_5 - 5.2\gamma \quad \text{und} \quad A_{12} = A_6 - 6.2\gamma$$
$$A_{10} = 46 \cdot 9 - 2 \qquad A_{12} = 46 \cdot 5 - 2 \cdot 4$$
$$A_{10} = 44 \cdot 9\ \mu \qquad A_{12} = 44 \cdot 1\ \mu$$

Es braucht wohl kaum eigens auf die Übereinstimmung der faktisch gefundenen Werte von 44·2, beziehungsweise 44 μ und dem theoretisch postulierten von 44·1 μ hingewiesen zu werden.

Die früher mitgeteilte Formel für die Bestimmung der vorherrschenden Länge einer Kolonie

$$X = Anm = A - n.m.2\gamma$$

ist nun sehr geeignet, die fabelhaft rasche Verkleinerung der Diatomee bei Anwendung des normalen Vorganges bei der Reinzucht von Mikroorganismen, des Überimpfens mit der Nadel, zu illustrieren.

Nehmen wir an, m wäre gleich 6, es würde also nach je 60 Stunden eine neue Ausgußkultur gemacht werden, deren Kolonien sich von einer ersten mit der mittleren Länge A_6 ableiten würden und nehmen wir weiter an, daß sich jedesmal jede Kolonie aus je einer Diatomee ableite und daß $A = 48\ \mu$ wäre, so wäre die vorherrschende Länge nach zehn Impfungen bereits halb so groß und nach der 20. Impfung bereits Null.

$$X_1 = A_{10.6} = 48 - 10.6.2.0 \cdot 2 = 48 - 24 = 24\ \mu$$
$$X_2 = A_{20.6} = 48 - 20.6.2.0 \cdot 2 = 48 - 48 = 0$$

Danach wäre also nach der 20. Impfung die Diatomee der theoretisch postulierten Länge überhaupt nicht mehr vorhanden und es müßten notgedrungen, falls sich nicht andere Vorgänge abgespielt haben,[1] die Diatomeen größerer Länge die Aufgabe der Fortpflanzung übernehmen, wenn die Art als solche nicht verloren gehen soll.[2]

Ich möchte hier hinzufügen, daß auch die durch Miquel[3] betonte Verzögerung der Verkleinerung bei unserer Diatomee wegen der Dünne des Gürtelbandes nicht wesentlich ins Gewicht fallen kann, daß

---

1 Siehe Kapitel XIX, p. 91 [747].

2 Die Annahme einer derartigen Substitution wäre um so weniger von der Hand zu weisen, als man auf gewisse Literaturstellen verweisen könnte, wo derartiges bereits behauptet wird. Vgl. Müller O., l. c. und Miquel P., l. c., p. 26. »On y remarque que la taille moyenne des Nitzschies décroît d'une façon très sensible jusqu'à la neuvième culture; à ce moment, non seulement les Diatomées ne décroissent pas, mais leur taille moyenne augmente, ce qui tient à ce que la division des microfrustules extrêmes est suspendue, et que pendant ce temps les microfrustules de taille supérieure continuent à se diviser. La loi du binôme se trouve alors inappliquée, puisque les frustules de taille extrêmement petite sont incapables de se dédoubler.«

3 Miquel P., l. c., p. 3.

sie uns aber vielleicht das Verständnis näher rückt, warum schließlich die Diatomeenplasmen ihre Hüllen zu sprengen beginnen und als nackte Plasmodien[1] ein neues vereinigtes Dasein führen.

Die eben erfolgte Erörterung über die theoretisch geforderte, tatsächlich unmögliche Größe 0 μ als Länge der Diatomee führt uns zur Erörterung der Grenzen der Anwendbarkeit der aufgestellten Formel

$$X = A_{mn} = A - m \, . \, n \, . \, 2\gamma.$$

Zunächst darf nie übersehen werden, daß eine derartige Formel immer in erster Linie der Theorie zu dienen hat; wenn sie dabei, wie oben gezeigt wurde, auch ihre praktische Anwendbarkeit beweist, um so besser. Und da ist nun vor allem etwas nicht zu vergessen, daß es der Experimentator nicht in der Hand hat, gerade nur Individuen der einen Art von einer Kolonie abzuimpfen; es werden daher in der Regel außer den Individuen der vorherrschenden Länge auch solche auf der Nadelspitze oder dem beim Impfen übertragenen Agarstückchen hängen bleiben, die größer oder kleiner sind als die der vorherrschenden Länge. Es muß daher dann folgerichtig die Verkleinerung der Diatomee im ersten Falle etwas verzögert, im zweiten etwas beschleunigt werden.

Ebenso kann es der Zufall wollen, daß alle anderen Individuen etwa deshalb, weil sie zu tief ins Agar geraten sind und wegen Sauerstoffmangels in der Entwicklung gehemmt wurden, es nicht bis zur deutlichen Koloniebildung bringen, von der Überimpfung ausgeschlossen werden und nur ein oberflächlich gelegenes von ganz anderer als der in der Abimpfungskolonie meist vertretenen Größe zur reichlichen Teilung und zur Koloniebildung gelangt.

Es ist klar, daß durch diese jeder Wahrscheinlichkeitsrechnung spottende Verkettung der äußeren Umstände eine Ausschaltung der Anwendbarkeit der Formel für diesen Spezialfall, und zwar nur für diese Impfung verzeichnet werden muß. Denn so wie die Kolonie gebildet, von ihr abgeimpft und die neue vorherrschende Länge bestimmt ist, kann die Formel nach wie vor in ihre Rechte treten; denn selbst bei der Bestimmung der neuen mittleren Länge wird sie nicht versagen, wenn man als A_m die durch die äußeren Umstände erhaltene und bevorzugte Länge einsetzt.

Fälle dieser Art von Ausnahmen werden immer zahlreicher an der unteren Grenze der Teilungsmöglichkeit vorkommen[2] müssen, und zwar solche, wo größere Individuen die Rolle derer mittlerer Größe übernehmen. Umgekehrt werden, je öfter solche zufällige Bevorzugungen kleinerer Individuen bei den noch ziemlich langen Diatomeen vorkommen, die farblosen Nitzschien desto rascher ihrer durch innere Ursachen bedingten Einstellung der Teilungstätigkeit zusteuern.

Da nun die genannten Fälle Ausnahmen und die erst erwähnten sogar nicht einmal häufige Ausnahmen von der Regel sind, wird man trotz dieser durch die Erfahrungen der Praxis gebotenen Vorsicht doch sagen können, daß man in der Regel nicht fehlgehen wird, wenn man die vorherrschende Länge der Kolonien irgendeiner der späteren Impfungen berechnet nach der p. 65 auseinandergesetzten Formel

$$X = A_{nm} = A - nm \, . \, 2\gamma.$$

3. Das Gesetz von der Erhaltung des Volums bei der Teilung der Nitzschia putrida Benecke.

Bei der Fülle von farblosen Diatomeen der verschiedensten Abimpfungen und des verschiedensten Alters, die mir unter die Augen kamen, mußte es mir schließlich auffallen, daß die Individuen der späteren Abimpfungen nicht nur kürzer, sondern gleichzeitig nicht unbeträchtlich dicker waren als die Individuen, welche ursprünglich abgeimpft wurden (vgl. Fig. 21, 15 und 17, Taf. IV).

Einmal darauf aufmerksam, schenkte ich diesem Dickerwerden der *Nitzschia putrida* besondere Aufmerksamkeit und versuchte messend und rechnerisch der Sache nachzugehen. Von der Fülle von

[1] Siehe Kapitel XIX, p. 97 und 103 [753 und 759].

[2] Vgl. die umstehend zitierte Stelle aus Miquel P., l. c., p. 26.

Messungen mag eine Auswahl mitgeteilt werden, die das Substrat für die am Ende dieses Abschnittes angeführten Schlüsse abgeben soll.

Die Messungen wurden in der Regel mit Reichert's Ölimmersion $^1/_{12}$ und dessen Mikrometerokular 6, einmal auch mit der Kombination 7a, Mikrometerokular 6 und in einer größeren Anzahl von Fällen mit Reichert's Objektiv 7a und dessen Okular II mit eingelegtem Okularmikrometer ausgeführt. Die Art des Vorganges beim Messen soll neben den erhaltenen Werten durch die Ausdrücke [$^1/_{12}$ J, 6], [7a, 6] und [7a, II] angedeutet werden.

Messungen der *Nitzschia putrida* finden sich in der Literatur bereits verzeichnet. Nach Provazek[1] betrug die Länge der von ihm als *Synedra hyalina* bezeichneten, von Benecke[2] für möglicherweise identisch mit *N. putrida* gehaltenen farblosen Diatomee 0·040—0·037 *mm*, ihre Breite (Gürtelbandansicht) 0·0034 *mm*.

Nach Benecke[3] läßt sich die Länge der *N. putrida* aus dem Kieler Schlick »mit durchschnittlich 60 bis 70 μ, in maximo 100 μ« angeben. »Die mit dem Alter der Zelle natürlich zunehmende »Breite« (Länge der Pervalvarachse) ist in ihrem Verhältnis zur Länge der Apicalachse aus den verschiedenen Figuren«, die Benecke seiner Arbeit beigab, »zu entnehmen«.

So ergeben sich aus seinen Figuren:

13. (Normales Exemplar. Leerer Panzer von der Gürtelseite)	bei 1.600facher Vergrößerung	79 μ für die Länge,	4·5 μ für die Breite.
14. (Id. von der Schalenseite)	» 1.600 » »	71 μ » »	» 4·4 μ » » »
15. (Id. in der Gürtellage)	» 1.700 » »	87 μ » »	» 6·1 μ » » »
16. (Id. von der Gürtelseite während der Teilung)	» 1.600 » »	92·5 μ » »	» 7·5 μ » » »

Aus Benecke's Angaben möchte ich endlich noch hervorheben, daß er den Apikalschnitt als rechteckig[4] bezeichnet, weil ich öfters Gelegenheit hatte, bei den länger gezüchteten Diatomeen völlig quadratische Apikalschnitte wahrzunehmen. Aber selbst bei der Var. *gigas* und der Var. *longa* sind die Rechtecksseiten des Apikalschnittes so wenig voneinander verschieden, daß man gewiß keinen gröberen Fehler begeht, wenn man auch sie als untereinander gleich annimmt. Diese Annahme liegt den folgenden Ausführungen zugrunde. Ich möchte übrigens darauf hinweisen, daß die aus Benecke's Figuren 13 und 14 berechneten Breitenwerte der Gürtelband- und der Schalenansicht = 4·5 und 4·4 μ kaum wesentlich voneinander abweichen.

Aus der Arbeit von Karsten[5] entnehme ich endlich folgende Größenangaben:

»Die gefundene farblose *Nitzschia putrida* wechselt in ihrer Größe von 26—53 μ : 3 μ; die meisten Individuen zeigten eine Länge von ca. 45 μ, also der oberen Grenze etwas näher als der unteren.«

Nach Karsten's Überzeugung »handelt es sich um ein und dieselbe Form, welche Provazek, Benecke *(N. putrida)*« und er vor sich »hatten, die Größenunterschiede« ihrer »Angaben von 26 μ bis 100 μ gehen nicht über das durch Auxosporenbildung ausgleichbare Maß hinaus. Die Form wäre also wohl als *N. putrida* (F. Cohn) Benecke zu bezeichnen« gewesen.

Es mögen nun meine Messungen und Berechnungen in Tabellenform folgen, wozu nur noch bemerkt zu werden braucht, daß die in der Tabelle angeführten Längen- und Breitenangaben stets Mittelwerte von einer Anzahl Messungen, in der Regel von 10 bis 24 Einzelmessungen darstellen, und daß für die Volumsberechnung bei parallelepipedischer Ausbildung der Diatomee die Formel $V = a^2h$, bei trapezförmiger Gürtelbandansicht wie bei der Var. *gomphonemiformis* die Formel für den Pyramidenstumpf mit quadratischen Endflächen $V = (A^2+\sqrt{AB}+B^2)\frac{h}{3}$ in Anwendung kamen.

---

[1] Provazek S., l. c., p. 69.

[2] Benecke W., I, l. c., p. 539 u. 544.

[3] Benecke W., I, l. c., p. 542.

[4] Benecke W., I, l. c., p. 544 u. 545. Von Verbreiterungen, Aufbauchungen in der Mitte der Diatomee, die Benecke verzeichnet, wird später die Rede sein. Siehe Kap. XIX., p. 94 [750].

[5] Karsten G., I, l. c., p. 425.

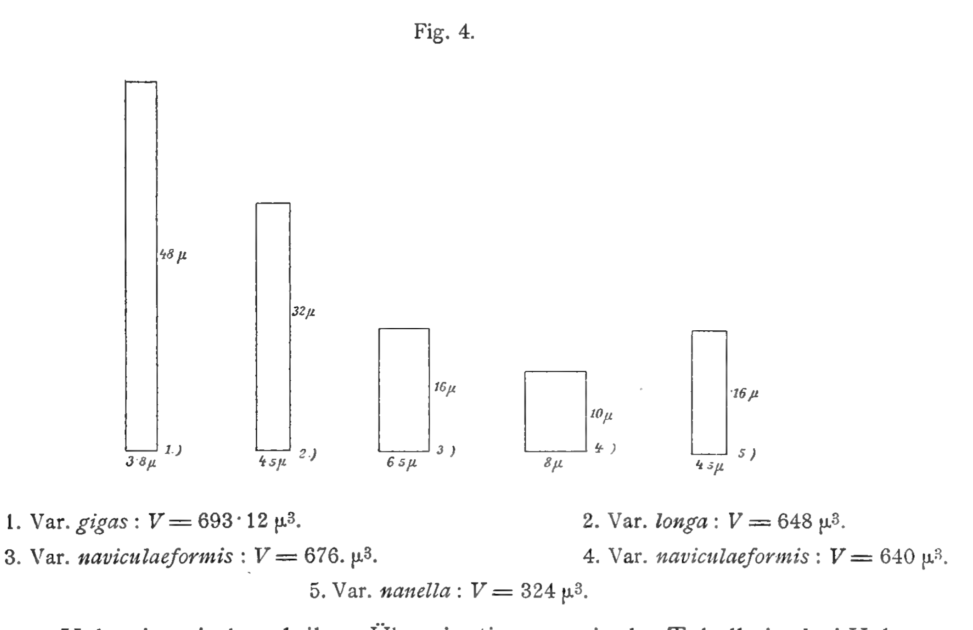
Aus der Tabelle 7, p. 72 bis 75 [228 bis 231] geht zunächst unzweideutig hervor, daß proportional zur Längenverminderung eine deutliche Dickenzunahme festgestellt werden kann, die durch einige graphische schematische Darstellungen anschaulich gemacht, ohne viele Schwierigkeiten zur Annahme der Konstanz des Volums bei der Teilung hinüberleitet.

Schematische Darstellung des Gesetzes von der Konstanz des Volumens bei der Teilung der farblosen Diatomee.

(1000 fache Vergrößerung.)

Unter Zugrundelegung der in der Tabelle 7 verzeichneten Werte entworfen bei gleichzeitiger Korrektur der mit der Messung insbesondere der Breiten verbundenen Fehlerquellen.

Fig. 4.



1. Var. *gigas*: $V = 693 \cdot 12\ \mu^3$. 2. Var. *longa*: $V = 648\ \mu^3$.
3. Var. *naviculaeformis*: $V = 676.\ \mu^3$. 4. Var. *naviculaeformis*: $V = 640\ \mu^3$.
5. Var. *nanella*: $V = 324\ \mu^3$.

Die berechneten Volumina sind nach ihrer Übereinstimmung in der Tabelle in drei Kolonnen eingereiht worden, deren Werte sich etwa verhalten wie 300 : 600 : 1200 (1 : 2 : 4). Die Zwergform Var. *nanella* ist somit tatsächlich aus der Art geschlagen, sie ist bei Herabgehen unter die normale Länge gleich dick geblieben und da sich die Längen der Var. *nanella* zu der Var. *longa* etwa verhalten wie 16 : 32 oder wie 14 : 28, kurz wie 1 : 2, erscheint auch das Volum auf die Hälfte verkleinert. Diese Tatsache gibt uns vielleicht im Verein mit der angeführten Überlegung eine Vorstellung, wie die Var. *nanella* entstanden sein kann. Sinkt, so könnte man nach dem Gesagten vermuten, bei der Teilung die neugebildete plötzlich auf die Hälfte der ursprünglichen Länge herab, so vermag die Diatomee ihr Volum nicht mehr zu regenerieren und verbleibt in ihrer Zwerggestalt, wobei sie wiederum nach ihrem ersten Entstehen dem Gesetz der Konstanz des neuen Volumens folgt.

Danach bliebe noch die Erklärung des Unterschiedes in den Werten von rund 600 μ^3 bis 1200 μ^3 bei den Messungen der Var. *longa* und bei denen der Var. *naviculaeformis* sowie der Var. *gomphonemiformis* übrig.

Die betreffenden Werte verhalten sich wieder rund wie 1 : 2, doch entstehen die Unterschiede in den Volumsbestimmungen nicht durch das Schwanken der Längen, sondern durch die Vergrößerungen der Dicken der gemessenen Individuen. Die Erklärung muß daher eine andere sein und ich glaube, daß es sich bei den an 1200 μ^3 heranreichenden Volumsangaben um die in Teilung befindlichen Diatomeen gehandelt hat, die offenbar mitunter gerade zur Zeit der Messung in solchen Massen in den Kolonien vorkamen, daß schmächtige Einzelindividuen überhaupt unbeachtet blieben. Dabei verdient eine besondere Erwähnung die Tatsache von der Unveränderlichkeit des quadratischen Querschnittes der gemessenen Diatomeenpaare, wie eine große Anzahl durchgeführter Querschnittsmessungen ergeben hat; denn theo-

retisch wäre bei der Teilung ein rechteckiges Aussehen der Doppelindividuen zu erwarten gewesen. Es ist auch nicht unmöglich, daß sich die Diatomeen vielleicht dadurch vor der Vernichtung durch die rapide Teilung schützten, daß die Individuen sich bei der Teilung nicht trennten, sondern als Doppelindividuen beisammenblieben.

Höchst auffallend ist endlich die Übereinstimmung der Volumwerte der Var. *gomphonemiformis*, der trapezförmigen Varietät, mit den parallelepipedischen Gestalten, weil man eben rechnerisch trotz der abnormen Gestalt wieder zur Bestätigung des Satzes von der Volumskonstanz gelangte.

Danach lautet das Ergebnis des vorliegenden Abschnittes in einen Satz zusammengefaßt:

Das Volum der farblosen Diatomeen bleibt bei der Teilung trotz der Längenverminderung konstant.

Dieses Gesetz ist vielleicht direkt vergleichbar mit den Ergebnissen von Schütt[1] an *Rhizosolenia alata*, der im Laufe des Jahres ein Schwanken der Diatomeendicke von $3\cdot 34-9\cdot 35 \frac{1}{840}$ *mm* Teilstriche feststellen konnte. Nur hat er gerade die größere Breite als das Primäre und die bedeutende Schmächtigkeit als das Sekundäre aufgefaßt.

»Zu gleicher Zeit haben alle Individuen von *Rhizosolenia alata* bei sehr verschiedener Länge annähernd denselben Querdurchmesser.« »In verschiedenen Jahreszeiten ist die Dicke der *Rh.* sehr verschieden, und zwar ist dieselbe im Herbst am größten und nimmt dann im Laufe des Jahres langsam ab, bis sie im folgenden Herbst nur noch etwa $1/3$ der ursprünglichen Größe beträgt.« »Wenn dieser Punkt erreicht ist, so wird durch Auxosporenbildung wieder eine Generation von der unsprünglichen Dicke erzeugt, welche durch Teilung in der folgenden Zeit wieder dünner wird.«

Bevor ich dieses Kapitel verlasse, möchte ich noch einige Zitate bringen, die nur den Beweis zu liefern scheinen, daß dieses von mir für die farblose Diatomee *Nitzschia putrida* nachgewiesene Gesetz, das bei dem eigentümlichen Teilungsmodus der Kieselalgen etwas seltsam anmutet, doch nur einen Spezialfall darstellt im Pflanzenreiche und im Reiche der Organismen überhaupt. So schreibt:

E. Amelung:[2] »Verschieden große Organe gleicher Art desselben Pflanzenindividuums bestehen aus Zellen von gleicher oder nahezu gleicher Größe.«

Strasburger[3] ist zu dem Ergebnisse gelangt, daß »auch die embryonalen Zellen großer und kleiner, extrem ausgewählter Individuen in ihrem Ausmaß nicht von einander abweichen. Nicht die Zellengröße, nur die Zellenzahl wird durch die verschieden kräftige Ausbildung eines Individuums und seiner Glieder beeinflußt. Das Ausschlaggebende sind dabei aber sicher die embryonalen Zellen, deren Größe erblich fixiert ist und die dann auch unter dem Einfluß erblich fixierter Entwicklungsvorgänge zu bestimmter Größe heranwachsen».

H. Driesch[4]: »Ich hatte schon vor längerer Zeit festgestellt, daß aus isolierten Blastomeren gezogene Larven in ihren Elementarorganen Zellen normaler Größe, normaler Form, aber im Verhältnis zum Keimwert reduzierter Zahl aufweisen.«

»Ferner hat Boveri vorausgesagt, daß parthenogenetische (thalykaryotische) Larven wohl nicht nur, wie zu erwarten, Zellen halber Größe und doppelter Zahl, sondern gelegentlich auch solche normaler Form und normaler Zahl, ja wohl gar doppelter Größe und halber Zahl aufweisen möchten.«

R. Chambers:[5] »Bei Vögeln und Säugetieren begegnen wir der größten Konstanz in der Zellgröße.«

Einige Forscher haben das Vorhandensein dieser konstanten Zellgröße festgestellt. Boveri und Conklin haben sie am Menschen, Rabl an verschiedenen Säugetieren beobachtet.

---

[1] Schütt F. Auxosporenbildung von *Rhizosolenia alata*. Ber. d. d. bot. Ges., 1886, Bd. IV, p. 13.

[2] Amelung E., Über mittlere Zellengrößen. Flora 1893. 77. Bd., p. 207.

[3] Strasburger E., Über das Saftsteigen, über die Wirkungssphäre der Kerne und die Zellgröße. Jena 1893. Verl. v. G. Fischer, p. 118.

[4] Driesch H., Heidelberg. Die Entwickelungsphysiologie von 1902 bis 1905. Ergebnisse der Anatomie und Entwicklungsgeschichte. 14. Bd., 1904, p. 722 u. 724.

[5] Chambers Robert, Einfluß der Eigröße und der Temperatur auf das Wachstum und die Größe des Frosches und dessen Zellen. Archiv für Mikroskopische Anatomie, 72. Bd., 3. H., 1908, p. 658.

Tabelle 7: Volumsbestimmungen an den

Varietas	Geimpft		Gemessen	
	auf	von → am	am	mit
gigas	Triest. Meerwasser P D Gel.	.	.	.
longa	Rohmaterial in Triest. Meerwasser	.	.	7 a. II
»	» » » »	.	.	7 a. II
»	Triest. Meerwasser P D A.	7. April → 9. Juli	22. Aug. 1906	7 a. II
»	» » P A.	7. April → 9. Juli	22. Aug. 1906	7 a. II
»	Inulin-Stammkultur	7. April	22. Aug. 1906	7 a. II
»	0·1% Inulin-Agar	27. März	22. Aug. 1906	7 a. II
»	Triest. Meerwasser P D A.	.	24. Nov. 1906	7 a. II
»	» » »	.	24. Nov. 1906	$\frac{1}{12}$ J. 6
»	» » »	.	24. Nov. 1906	$\frac{1}{12}$ J. 6
»	» » »	.	23. Dez. 1906	$\frac{1}{12}$ J. 6
»	» » »	.	23. Dez. 1906	$\frac{1}{12}$ J. 6
»	» » »	7. April → 9. Juli → 22. Aug. 1906	25. Jän. 1907	7 a. II
»	Inulin-Leuzin-Agar	3. April 1906	25. Jän. 1907	7 a. II
»	Inulin-Agar	7. April 1906	25. Jän. 1907	7 a. II
»	» »	.	26. Jän. 1907	$\frac{1}{12}$ J. 6

Varietäten der Nitzschia putrida Benecke.

Durchschnitts- Breite in μ	Durchschnitts- Länge in μ	Volumen in μ^3 von rund 300—400	600—800	1000—1200	Anmerkung
5	46	.	.	1150	
4·5	37·3	.	755·325	.	
4·5	38	.	769·5	.	
6.75	26·1	.	.	1189·181	
6·39	26·4	.	.	1077·967	
6·78	23·4	.	.	1075·661	Vielfach Kratikularbildungen.
6·5	29	.	.	1225·25	
5	43·6	.	.	1090	
4	39·3	.	628·8	.	
4	39·1	.	625·6	. .	
4·4	33·7	.	652·432	.	
4	33·44	.	535·04	.	
6	33·15	.	.	1193·4	
6·26	28·52	.	.	1117·63	
5·5	25	.	756·25	.	
5	29·14	.	728·5	.	

Varietas	Geimpft		Gemessen	
	auf	von → am	am	mit
longa	.	.	26. Jän. 1907	$\frac{1}{12}$ J. 6
nanella	Triest. Meerwasser P D A.	Dezember 1906	? Dez. 1906	$\frac{1}{12}$ J. 6
»	» » »	.	26. Jän. 1907	$\frac{1}{12}$ J. 6
»	» » »	.	5. Febr. 1907	$\frac{1}{12}$ J. 6
»	» » »	15. Juni → 9. Juli → 22. Aug 1907	25. Okt. 1907	$\frac{1}{12}$ J. 6
naviculaeformis	» » P A.	15. Juni → 9. Juli	22. Aug. 1906	7 a. II
» »	» » P D A.	15. Juni → 9. Juli → 22. Aug. → 19. November 1907	24. Jän. 1907	$\frac{1}{12}$ J. 6
» »	» » »	15. Juni → 9. Juli → 22. Aug. → 19. Nov. 1907	24. Jän. 1907	$\frac{1}{12}$ J. 6
» »	» » »	15. Juni → 9. Juli → 22. Aug. 1907	25. Jän. 1907	7 a. II
» »	» » »	22. Dez. 1906 → 22. Jän. → 1. Febr. 1907	14. Mai	$\frac{1}{12}$ J. 6
» »	» » »	15. Juni → 9. Juli → 22. Aug. 1907	25. Okt. 1907	$\frac{1}{12}$ J. 6
siliginea	» » »	15. Juni → 9. Juli → 22. Aug. → 12. Nov. 1907	.	$\frac{1}{12}$ J. 6
gomphonemiformis	0·1% Inulin-A.	3. April 1906	2. Nov. 1906	7 a. II
»	» »	»	2. Nov. 1906	7 a. II
»	» »		2. Nov. 1906	7 a. II

Durchschnitts-		Volumen in μ^3 von rund			Anmerkung
Breite	Länge	300—400	600—800	1000—1200	
in μ					
4·82	32	.	743·437	.	
4·5	16·28	329·67	.	.	Ausgesprochen □ Q. S., aus der Var. *longa* hervorgegangen.
4·59	14·42	303·802	.	.	Aus der Var. *naviculaeformis* hervorgegangen.
4·94	13·863	338·307	.	.	» » » » »
6	10·64	383·04	.	.	» » » » »
9	16	.	.	1296	
7·6	15·2	.	877·952	.	
9	10	.	810	.	
8·25	9·603	.	653·604	.	Querschnitt □ $\frac{6·9}{6·6}$
8·5	10	.	722·5	.	Am 8. Februar 1907 photographiert (Fig. 17. Taf. IV).
7·6	9·8	.	566·048	.	Querschnitt □ 7 × 7!
8	21·25	.	.	1360	Als Parallelepiped berechnet.
7 , 0·5	21	369·25	.	.	⏢ $\frac{7}{0·5}$
9 , 6	20·1	.	.	1145·7	⏢ $\frac{9}{6}$
9·9, 6	24	.	.	1547·28	⏢ $\frac{9·9}{6}$

XIV. Über die Bewegung der Nitzschia putrida und den Verlust ihres Bewegungsvermögens bei längerer Zucht.

Als einen der größten Vorteile bei der Reingewinnung der *Nitzschia putrida* durfte ich ihr außerordentliches Bewegungsvermögen bezeichnen,[1] das sie in den Stand setzt, über weite Strecken auf, ja sogar in dem Agar zu kriechen. Dabei beschreibt sie ähnlich wie die *Nitzschia Palea*[2] große Bogen, die als Furchen und Linien, meist von rosa Interferenzfarbe im Mikroskope sichtbar werden. Das Bestehenbleiben dieser Gänge ist, wie schon erörtert wurde, ein Beleg für das Vorhandensein eines agarlösenden Fermentes.[3]

Die Bewegung der *Nitzschia putrida* wurde bereits von Provazek[4] beschrieben und von Benecke[5] genau studiert.

Untersucht man nun die farblose Diatomee in verschiedenen Perioden der Reinzucht auf ihr Bewegungsvermögen hin, so macht man die höchst auffallende Beobachtung, daß sie im Laufe der Zeit ihre normale Bewegungsfähigkeit völlig verliert.[6] Die farblosen Nitzschien sind aus einem Nomadenvölkchen ein seßhaftes kompakt lebendes Volk geworden.

Diese einschneidende Umwandlung in der Bewegungsart vollzieht sich, soviel ich aus meinen Aufzeichnungen ersehe, in der Zeit der abnorm starken Verbreiterung der Var. *naviculaeformis* und *gomphonemiformis*,[7] dagegen kommt Bewegung der Var. *cornuta*, *siliginea* und *nanella* zu.

Die Erklärung des Abhandenkommens der Gleitbewegung möchte ich nun in dem Umstande suchen, daß, wie noch mitgeteilt werden wird,[8] die Nitzschien-Membran einer allmähligen Auflösung durch das Plasma verfällt, wodurch natürlich zunächst die dünnsten Stellen, die Raphen, die gerade bei der Bewegung eine so große Rolle spielen, dem Plasma geopfert werden und damit der von Müller O.[9] und Lauterborn[10] bei braunen Diatomeen so genau studierte Bewegungsapparat der Vernichtung anheimfällt. So wie nun ein Schiff ohne Schraube, so muß die Diatomee ohne Bewegungsapparat bewegungslos werden.

Ist aber das Plasma endlich frei[11] und haben sich die Plasmodien gebildet, dann setzt eine für nackte Plasmen oft beschriebene, für die Diatomeen aber bisher unbekannte Bewegung ein: die Kriechbewegung der »Plasmodien«.

---

1 Siehe Kapitel I., p. 7 [663].

2 Richter Oswald, II, l. c., p. 502.

3 Siehe Kapitel X *b*., p. 43 [699].

4 Provazek S., l. c., p. 69.

5 Beneke W., I, l. c., p. 551.

6 Diese Art von Bewegungsverlust scheint mir wesentlich verschieden von der, die z. B. Miquel P. (l. c., p. 26) als Vorläufer der Auxosporenbildung erwähnt: »La Nitzschie suspend ses mouvements, on voit son protoplasme gonfler considérablement, au centre de la Diatomée, c'est-à-dire autour du noyau.«

7 Siehe Kapitel XIX, p. 96 [752], u. Kapitel XX, 2. u. 3, p. 106 [762].

8 Siehe Kapitel XVI, p. 83 [739].

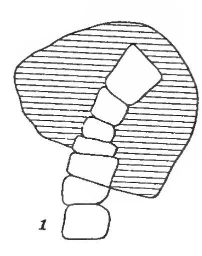
9 Müller O., Durchbrechungen der Zellwand in ihren Beziehungen zur Ortsbewegung der Bacillariaceen. Ber. d. d. b. G. 1889. Bd. VII, p. 169. — Müller O., Die Ortsbewegung der Bacillariaceen; III + IV. Ber. d. d. b. G. 1896, Bd. XIV, p. 54 und 111.

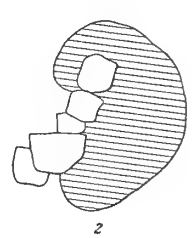
10 Lauterborn R., Untersuchungen über Bau, Kernteilung und Bewegung der Diatomeen. Leipzig, Verl. v. W. Engelmann, 1896, p. 10 u. 113.

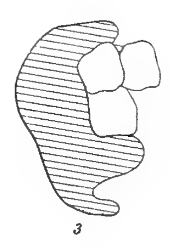
11 Siehe Kapitel XIX, p. 97 [753].

In 3 Skizzen möchte ich ein durch 24 Stunden unter dem Mikroskope gelassenes und durch Zeichnungen zu verschiedenen Tageszeiten festgehaltenes Plasmodium wiedergeben (mit 7 *a*, II gezeichnet).

Fig. 5.







Ein Plasmodium in verschiedenen Stellungen gezeichnet.

1. Um $^1/_2$10 a. m. des ersten Beobachtungstages.
2. » $^1/_2$ 8 p. m. » » »
3. » $^1/_2$10 a. m. » zweiten »

Die schraffierte Masse stellt das Plasmodium, die weiß gelassenen Vierecke die von ihm umschlossenen farblosen Diotomeen dar.

(Vergrößerung 280.)

XV. Schleimabsonderungen der Nitzschia putrida Benecke und ihr Verschwinden bei der Reinzucht.

Wie die starke Beweglichkeit, so spielte bei der Reinzucht[1] der *Nitzschia putrida* ein Umstand eine große Rolle, die Fähigkeit der Diatomee, sich auf dem Objektträger mittels Schleimklümpchen festzuhaften. Es genügt eine Minute ruhigen Stehenlassens, um die Diatomeen aus dem Detritus der Rohkultur zum Niederlassen zu bringen, worauf sie selbst ein starker Strahl von Meerwasser nicht aus ihrer Lage entfernt. Damit erscheint also eine auch schon von Benecke[2] beobachtete Erscheinung praktisch ausgewertet und der Beweis erbracht, daß unsere Diatomee unter Umständen auch Schleimklümpchen abzusondern vermag. Rascher Zusatz von Tusche[3] läßt die Schleimzone deutlich hervortreten.

Es ist nun bemerkenswert, daß reingezüchtete Diatomeen diese Fähigkeit des Anheftens verlieren und daß man außerstande ist, bei Individuen von Agarzuchten, die völlig frei, ohne Agarreste, im Triester Meerwasser untersucht werden, mit Tusche irgendeine auf größere Schleimmengen deutende Hemmung im Vordringen der Tuscheteilchen nachzuweisen.

Es ist gar nicht unmöglich, daß Schleimabsonderung und Bewegungsvermögen bei unserer Diatomee in einer direkten Beziehung stehen, etwa so, daß Bewegungsfähigkeit Schleimbildung als notwendige Folge nach sich zieht und Bewegungsverlust auch Schleimverlust verursacht. Daher ist vielleicht mit dieser Beobachtung eine nicht unwesentliche Stütze für die Anschauung Müller's[4] von dem Zusammenhange von Schleimbildung und Bewegung bei Pinnularien beschafft, der in Übereinstimmung mit Beobachtungen von Klebs[3] an Desmidiaceen festgestellt hat, »daß dieselben einen lockeren Schleim abscheiden, der die Zelle vollständig einschließen kann; sie tun dies aber nur während der Bewegung.«

---

1 Siehe Kapitel I, p. 7 [663].

2 Benecke W. I, l. c., p. 553.

3 Klebs G., Über die Organisation der Gallerte bei einigen Algen und Flagellaten. Unters. aus d. bot. Instit. zu Tübingen 1886, Bd. II., H. 2, p. 333. — Hauptfleisch P., Zellmembran und Hüllgallerte der Desmidiaceen. Inaug. Dissert. Greifswald 1888.

4 Müller O., Die Ortsbewegung der Bacillariaceen. II. B. d. d. b. G. 1894. Bd. XII, p. 139, und Müller O., Die Ortsbewegung der Bacillariaceen. V. Ebenda 1897, Bd. XV, p. 79.

XVI. Zur Histologie der Nitzschia putrida Benecke.

Bezüglich der Histologie der reingezüchteten farblosen Diatomee kann ich mich kurz fassen, da bereits Provazek[1] und Benecke[2] das wesentlichste darüber mitgeteilt haben.

1. Kern und Kernverschmelzung (?).

Der Kern ist in der lebenden Zelle schwer sichtbar und in der toten schwer zu färben, da er sich ungemein schwierig von dem in der Diatomeenmitte befindlichen Plasma differenzieren läßt.

Die von Benecke[3] empfohlene Osmiumsäure-Haemalaun-Nelkenölmethode zur Ausfärbung und Deutlichmachung des Kernes versagte in meinem Falle stets, weil die in der Regel zur Untersuchung verwendeten Diatomeen aus Triester Meerw. PDA. — Plasmodien durften überhaupt nie vom Substrate weggehoben werden, sonst wurden sie völlig zerstört — häufig in einer Masse von Dextrin eingebettet lagen, die mit großer Zähigkeit das Wasser bei den Entwässerungsbemühungen festhielt, andrerseits, weil selbst leicht färbbar, die Färbung der Diatomeen schädigte und durch konzentrierten Alkohol in eine derbe Masse verwandelt wurde, mit der man in der Regel nichts mehr anfangen konnte.

Überdies hat auch noch der Kern und das Plasma der »Brücke«[3] eine ganz ähnliche Färbefähigkeit, wodurch die Differenzierung noch mehr erschwert erscheint.

Die günstigsten Färbungsergebnisse erzielte ich nach Fixierung mit Osmiumsäuredampf mit Anilingentianaviolett (zirka 30 cm^3 Anilinwasser mit einem einzigen Körnchen Farbstoff), in zweiter Linie mit Jodwassereosin direkt oder nach Entwässerung mit Alkohol. Im zweiten Falle ist eine nachherige Einbettung in Nelkenöl notwendig. Doppelfärbungen lassen sich mit Jodwasser-Eosin-Anilin-Gentianaviolett herstellen, wobei der Kern rötlich, das Plasma violett gefärbt wird.

Die von Benecke[3] mitunter beobachtete seitliche Lagerung des Kernes fand ich auch in meinen Präparaten wieder.

Es wurde bereits erwähnt, wie schwer die Differenzierung des Kernes bei einer normalen *Nitzschia putrida* mit Hilfe von Fixierungs- und Färbemitteln gelingt und wie klein der Kern der normalen Zelle ist. Desto mehr überrascht die Tatsache, wie leicht differenzierbar und wie groß im Verhältnis der Kern der Plasmodien[4] ist, so daß man — derartige relative Riesenkerne kommen nur in der Ein- oder Zweizahl im Plasmodium vor — zur Meinung kommt, daß er wie das Plasmodium durch die Verschmelzung mehrerer Plasmen durch Verschmelzung der Kerne dieser nackten Plasmaklümpchen entsteht, doch sind weitere Anhaltspunkte für diese Ansicht nicht gewonnen worden. Fig. 22 der Tafel IV stellt ein Plasmodium mit seinem großen Kerne dar. Für das Gelingen der Färbung ist dabei wesentlich, daß die Prozeduren der Fixierung mit Osmiumsäuredämpfen und die Färbung mit Gentianaviolett ohne Abstreifen der Plasmodien von dem Agarstückchen, auf dem sie gefunden wurden, also mit dem ganzen Agarstückchen durchgeführt werden.

2. Plasma.

Das Plasma ist im lebenden Zustande meist maschig oder schaumig und weist, mit Osmiumsäure fixiert, ein ungemein zartes weitmaschiges Netz auf, zu dessen Färbung ich insbesondere Magdalarot und

---

[1] Provazek S., l. c., p. 69.
[2] Benecke W., I, l. c., p. 545.
[3] Benecke W., I, l. c., p. 546.
[4] Vgl. Kapitel XIX, p. 99 [755].

Gentianaviolett empfehlen kann, im übrigen sei auf Benecke's[1] diesbezügliche gründliche Untersuchungen verwiesen.

Das Schwarzwerden der Diatomeen bei gehemmtem O-Zutritt.

Bei Strichkulturen von Triester Meerw. PDA., bei denen sich am unteren Ende des Striches relativ viel Flüssigkeit angesammelt hatte, besonders aber bei den Impfmassen der »O-freien Eprouvetten« der Experimente über den Einfluß des atmosphärischen Sauerstoffs auf die farblose Diatomee[2] merkte man makroskopisch wiederholt eine Verfärbung ins Sepiabraune bis Tiefschwarze. Die Vermutung, daß ein farbstofferzeugender Organismus aus dem Reiche der Pilze oder Bakterien als Verunreinigung in die Eprouvetten gekommen sei, wurde durch die mikroskopische Untersuchung Lügen gestraft. Denn die Diatomeen selbst erwiesen sich als braun bis schwarz gefärbt, und zwar machte es den Eindruck, als ob das Plasma dabei der Träger des Farbstoffes wäre, der infolgedessen körnelig aussah. Dieser Farbstoff scheint sehr dauerhaft zu sein, denn die Diatomeen eines Glyzerinpräparates vom 8. Oktober 1907 zeigten noch am 24. März 1909 die Färbung unverändert. Die beste Vorstellung von dem Aussehen solcher Zellen wird man bekommen, wenn ich sage, daß ich zunächst an eine den Beggiatoen analoge Schwefelkörnchenbildung glaubte. Doch ist diese Ansicht entschieden falsch, da Diatomeen, welche braun bis schwarz geworden sind, nicht mehr leben. Darüber, wie man sich diese Farbstoffbildung zu denken hat, vermag ich noch nichts zu sagen.

3. Leukoplasten.

Da in der Systematik der braunen Diatomeen die Chromotophoren eine große Rolle zu spielen beginnen,[3] war es natürlich auch von großem Interesse, Leukogebilde analoger Art bei den farblosen Parallelformen der braunen Diatomeen aufzufinden. Daß man sich bereits die größte Mühe gegeben hat, derartige Zelleinschlüsse sicher festzustellen, beweisen die Ausführungen von Provazek,[4] Benecke[5] und Karsten[6] gerade über diesen Punkt. Tatsächlich hat keiner auch nur eine Spur von Gebilden zu erkennen und durch Färbungen sichtbar zu machen vermocht, denen man mit Fug und Recht die Bezeichnung Leukoplasten hätte geben können. Ich habe mich nun natürlich auch angestrengt, den Chromoplasten analoge Bildungen bei der kultivierten Diatomee festzustellen, doch schlugen auch meine diesbezüglichen Bemühungen sämtlich fehl.

4. Elaioplasten.

Lauterborn[7] zeichnet in seinen prächtigen Tafeln zu beiden Seiten des Kernes bei Pinnularia oblonga zwei mit Kappen versehene große Gebilde, denen er den Namen »Bütschli'sche Körperchen« gegeben hat, die aber nach ihrer Morphologie ebensogut als Elaioplasten angesprochen werden könnten, wie dies ja auch schon Mereschkowsky vermutet.[8]

---

1 Benecke W., I, l. c., p. 545.

2 Siehe Kapitel VII, p. 32 [688], Tabelle 3.

3 Karsten G., Diatomeen der Kieler Bucht. Wiss. Meeresuntersuch. v. Kiel u. Helgoland, 1899, N. F. Bd. 4. — Ott E. s. p. 82 [738]. — Fr. Oltmanns, Morphologie und Biologie der Algen. II. Bd., Jena 1905, Verl. v. G. Fischer, p. 99.

4 Provazek S., l. c., p. 70.

5 Benecke W., I, l. c., p. 548.

6 Karsten G., I, l. c., p. 427.

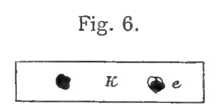
7 Lauterborn R., l. c., Taf. VI. Fig. 97, 104, 107—110, Text p. 22, 34 und 35.

8 Mereschkowsky C., Über farblose Pyrenoïde und gefärbte Elaeoplasten der Diatomeen, Flora, 92. Bd., Jahrg. 1903, p. 83 »und zu denselben (Elaeoplasten) werden wohl auch die »roten Körnchen« von Lauterborn zu rechnen sein«.

Benecke,[1] der auch die farblosen Diatomeen nach dieser Richtung überprüfte, konnte »den beschriebenen Modus ihres Vorkommens, daß sie nämlich in geringer Zahl als Einschlüsse von größerer Gestalt und bestimmter Lagerung auftreten, nicht beobachten.« Dagegen fand er kleine, meist in größerer Zahl in der Zelle verteilte Körnchen, die er als Bütschlische Körperchen bezeichnet.

Mir ist es nun geglückt, bei Behandlung der farblosen Diatomeen mit sehr verdünntem Methylenblau an zwei ganz bestimmten, gleich weit vom Kerne entfernten Stellen kugelige Gebilde vital zu färben, die vielleicht die gesuchten Elaioplasten sind. Diese Anschauung wird noch dadurch besonders gestützt, daß an denselben Stellen (Fig. 6*e*) mit 1% Osmiumsäure je ein Tropfen oder je eine Gruppe kleiner Tröpfchen zu beiden Seiten des Kernes schön braunschwarz gefärbt wird.

Fig. 6.



Schematische Darstellung einer Nitzschia putrida nach der Färbung mit sehr verdünntem Methylenblau.
k = Kern; nicht gefärbt.
e = vermutliche Elaioplasten; schwach blaugrün.

5. Fett.

Durch die Untersuchungen von Lüders,[2] Pfitzer,[3] Müller[4] und Beijerinck[5] ist der Nachweis erbracht worden, daß braune Diatomeen unter ungünstigen Ernährungsbedingungen, bei Wassermangel,[2] bei Sauerstoffmangel usf. enorme Mengen eines fetten Öles speichern; »es scheint, daß der gesamte Zellsaft durch Öl verdrängt und ersetzt werden kann«.[6] Benecke[6] hat nun dieselbe Erscheinung bei den farblosen Diatomeen beobachtet und feststellen können, daß nach dem Übertragen solch verfetteter Diatomeen in einen neuen Kulturtropfen eine Auflösung des Fettes eintrat.

Es ist nun gerade für den Nachweis des Na als notwendigen Nährstoffes[7] der *Nitzschia putrida* von Interesse, daß in sämtlichen Kulturen mit niederem Kochsalzgehalte (von 0·5% ClNa abwärts) bei Verwendung von Milchagar in den Diatomeen massenhaft Fett zu sehen war, während die sonst gleich zusammengesetzten Nährböden höheren Kochsalzgehaltes wenig oder kein Fett in den Diatomeen aufkommen ließen.

Das war ein Nebenergebnis des großen ClNa-Versuches vom 15. Mai 1908, der in der Tabelle I seine Darstellung gefunden hat. Um nun den eben beschriebenen Befund auch in der großen Tabelle sichtbar zu machen, wurde die Bemerkung »Fett in Massen [*F*]« mit in sie aufgenommen und in die letzte Horizontalkolonne eingetragen. Ich möchte übrigens hervorheben, daß auch Überfütterung zu überreichlicher Fettbildung führen kann.[8]

Im Anschlusse an die Ausführungen über Fettmassen in der *Nitzschia putrida* möchte ich noch des »Speckglanzes« gedenken, den Schütt[9] zuerst beschrieben hat. Er beobachtete, daß mitunter einzelne Diatomeen und Peridineen äußerst glänzend

---

1 Benecke W., I, l. c., p. 550.

2 Lüders J. E., Beobachtungen über die Organisation, Teilung und Kopulation der Diatomeen. Bot. Zeitg. 1862, XX. Jg., p. 42.

3 Pfitzer E., Untersuchungen über Bau und Entwicklung der Bacillariaceen. Bonn 1871, l. c., p. 33.

4 Müller O., Durchbrechungen der Zellwand in ihrer Beziehung zur Ortsbewegung der Bacillariaceen. Ber. d. d. b. G. 1889, Bd. VII, p. 179.

5 Beijerinck M. W., Das Assimilationsprodukt der Kohlensäure in den Chromatophoren der Diatomeen. Recueil des Travaux Bot. Neerlandais, 1904, Nr. 1, p. 28.

6 Benecke W., I, l. c., p. 549.

7 Siehe Kapitel II, p. 11 [667].

8 Vgl. Kapitel XIX, p. 91 [747], Fig. 21, Taf. IV.

9 Schütt F., Die Peridineen der Planktonexpedition, Kiel u. Leipzig, 1895, p. 44.

und stark lichtbrechend werden, angeblich als Folge der Bildung eines stark lichtbrechenden Körpers in ihrem Innern. Benecke[1] hat die gleiche Erscheinung bei seinen farblosen, Karsten[2] bei seinen Kulturen brauner Diatomeen festgestellt. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß die genannten Forscher großen Fettanhäufungen, wie den beschriebenen, diesen Namen gegeben haben. Ich selbst habe, wenn nicht diese Fettmassen gemeint sind, dergleichen noch nie gesehen, so daß ich mir kein abschließendes Urteil darüber bilden kann.

6. Membran.

Bezüglich der Anatomie und der chemischen Beschaffenheit der Membran der *Nitzschia putrida* in ihrer Ausbildung als Var. *longa*[3] ist wohl zu Benecke's[4] Ausführungen kaum etwas Wesentliches beizufügen. Hingegen machen sich an ihr als Var. *lata, parva, cornuta, gomphonemiformis* und *siliginea*[3] die auch schon im Namen angedeuteten Veränderungen: Verbreiterung bei gleichzeitiger Verkürzung, abnorme Hornbildungen oder Reduktion der einen Seite bemerkbar, so daß beispielsweise die Gestalt einer Gomphonema, eines Kipfels u. dgl. in Erscheinung tritt: insbesondere die kipfelförmigen Verkrümmungen der Var. *siliginea* scheinen mir beachtenswert, weil sie wohl in einseitiger Hemmung ihren ersten Bildungsanstoß erhalten haben mögen.

Das Beachtenswerte und Merkwürdige liegt bei der Ausbildung dieser Zerrgestalten der ursprünglich regulär und mit der typischen Struktur der Nitzschien versehenen Schalen unbedingt darin, daß hier ein Fall vorliegt, der beweist, wie hinfällig selbst das wichtige Kennzeichen der Schalenstruktur unter Umständen werden kann. Wie sehr klammerte sich die frühere Systematik der Diatomeen an das Merkmal der Schalenstruktur! Und hier sehen wir nicht nur die feinere Struktur der Schale, nein, die Schalenform selbst den tiefgehendsten Veränderungen unterworfen.

Bei der Diskussion der Plasmodienbildung[3] wird noch auf Miquel's[5] Arbeiten genauer eingegangen werden müssen, dem bei der *Nitzschia Palea* und anderen Diatomeen der Nachweis geglückt ist, daß die Diatomeenschalen mit ihrer normalen Struktur nach der erfolgten »Parthenoauxosporenbildung«[6] als solche nicht sofort in Erscheinung treten, sondern erst im Laufe einiger Teilungen, wobei sie angeblich durch die Tätigkeit des Kernes und des Plasmas die normale Struktur wieder erhalten.

Mir scheint dieser Befund Miquel's lange Zeit viel zu wenig beachtet worden zu sein. Und dieses Unbeachtetlassen mag wieder damit zusammenhängen, daß sich mit der Schalenstruktur der Diatomeen, abgesehen von den Sammlern, vor allem Systematiker beschäftigten, denen bei dem Bestreben der Klassifikation gerade das Festhalten an der bestehenden Form und an der unveränderlichen Linie viel gelegener sein mußte als die Feststellung fließender Formen.

Man hat auf das »Gehäuse« zu viel Gewicht gelegt uud über das Haus den Bewohner vergessen, und mir scheint, daß die von Karsten[7], Ott[8], Oltmanns[9] und anderen jüngeren Botanikern unter Zuhilfenahme der Untersuchung der Chromatophoren und des Zellinnern angebahnte neue Auffassung in der Bewertung der Membran durch die vorliegenden Ausführungen über die Kieselschale der *Nitzschia putrida* eine nicht unwesentliche Stütze erhalten dürfte. Und wenn auch die Kieselschale vermutlich stets eine bevorzugte Stellung in der Systematik der Diatomeen behalten wird, so erscheint doch

---

1 Benecke W., I, l. c., p. 550.

2 Karsten G., I, l. c., p. 413.

3 Vgl. Kapitel XIX, p. 96, 97 [752, 753].

4 Benecke W., I, l. c., p. 540 u. 541.

5 Miquel P., Décembre 1893, l. c., p. 27, vgl. das Zitat im Kapitel XIX, p. 98 [754].

6 Siehe Kapitel XIX, p. 100 [756].

7 Karsten G., Diatomeen der Kieler Bucht, l. c.

8 Ott E., Untersuchungen über den Chromatophorenbau der Süßwasser-Diatomaceen und dessen Beziehungen zur Systematik. Sitzb. d. kais. Akad. d. Wiss. in Wien, math.-naturwiss. Kl., v. 8. Nov. 1900, Bd. CIX, Abt. I, p. 769.

9 Oltmanns Fr., II. Bd., l. c., p. 99.

in unserem Falle die große Bedeutung des plasmatischen Inhalts außer Frage gestellt. Ihm kommt die Hauptrolle an der Ausgestaltung der Membran der *N. putrida* zu. Zieht er sich in die Breite, so wird die Membran breit angelegt (Var. *lata*), zieht er sich wurstförmig aus, so entstehen bei gleichzeitiger Krümmung des Inhalts Kipfelgestalten (Var. *siliginea*), bei lokalen Ausstülpungen gehörnte Formen (Var. *cornuta*). Diese Unterordnung der Membran geht so weit, daß sie aufgelöst und vom Plasma sozusagen verzehrt werden kann (Plasmodienbildung).

Und damit komme ich zu dem wichtigen Befunde, der sich der Anatomie der Diatomeenmembran anfügen läßt:

Die Auflösbarkeit der Kieselsäuremembran der *Nitzschia putrida* durch das Plasma.

Verascht man zunächst normal ausgebildete Individuen dieser Art, indem man zum Beispiel von einer Agarkultur eine Probe, die gute Entwicklung zeigt, auf ein Glimmerplättchen aufträgt, glüht, die bleibende Kohle mit Salpetersäure aufnimmt und neuerlich verascht, so daß eine reine weiße Asche verbleibt,[1] so erhält man die normalen Nitzschiengestalten in der denkbar schönsten Ausbildung.

Macht man aber dieselbe Probe mit dem Plasmodienmateriale vom M S A. mit 0·5 oder 1 Prozent ClNa-Zusatz, so bleiben nur Andeutungen von Diatomeenschalen, kümmerliche Reste, »Ruinen verschwundener Pracht«. Und doch waren Diatomeen verascht worden. Diese Schalenreste haben mich oft, natürlich mutatis mutandis, an die ausgehöhlten, korrodierten Stärkekörner erinnert. Schon das allein wäre Beweis genug, daß die Diatomeenschalen aufgelöst worden sein müssen.

Aber bloß das Plasma kann sie aufgelöst haben.[2] Die Schalen bestanden jedoch aus freier oder aus anorganisch oder organisch gebundener Kieselsäure. Verschwunden kann die Kieselsäure nicht sein, sie muß sich daher im Plasma in irgend einer anderen als der »Schalenmodifikation« befinden. Wenn sich dies aber so verhält, dann muß es auch gelingen, durch Veraschung diese im Plasma gelöste Kieselsäure niederzuschlagen.

Aus diesem Gedankengange heraus verstehen wir mit einem Male, was die den Plasmodien so auffallend ähnlichen Massen in den Veraschungspräparaten eigentlich bedeuten: es ist die durch die Veraschung wieder in Erscheinung getretene, im Plasma gelöst gewesene Kieselsäure.

H. Behrens[3] hat in seiner »Mikrochemischen Analyse« das von ihm früher,[4] nachher von Haushofer[5] empfohlene, von ihm als minder geeignet erkannte Säurefuchsin durch Malachitgrün als Färbemittel der anorganischen, freien, ungeformten Kieselsäure ersetzt. Behandelte man die oben erwähnten Kieselsäure-Plasmodienreste mit einer wässerigen Lösung von Malachitgrün, so färbten sie sich sofort intensiv blau, ein Beleg mehr, daß jene Massen Kieselsäure waren.

Meines Wissens ist der beschriebene der erste Fall, wo nachgewiesen worden ist, daß die Membran einer Diatomee vom Plasma aufgelöst werden kann.

Chemie der Membran.

Es kann natürlich nur eine von Tatsachen mehr minder unterstützte Hypothese über die mögliche chemische Zusammensetzung der Membran gegeben werden, da ja vorläufig viel zu wenig Material vorliegt, um selbst mikrochemisch qualitativ der Beantwortung dieser Frage beizukommen. Die Überlegungen aber, die mich vermuten lassen, daß sich die Membran als $Na_2Si_2O_5$, vielleicht gebunden an eine organische Substanz, herausstellen dürfte, möchte ich doch nicht unerwähnt lassen, weil sie vielleicht den Fingerzeig für weitere Forschungen nach dieser Richtung abgeben dürften.

---

1 Strasburger E., Das botanische Praktikum, 3. Aufl., Jena 1897, Verl. v. G. Fischer, p. 370.

2 Siehe Kapitel X, *c)*, p. 44 [700].

3 Behrens H., Anleitung zur mikrochemischen Analyse. Hamburg u. Leipzig 1895, Verl. v. L. Voß, p. 95 u. 162.

4 Behrens H., l. c., p. 162.

5 Haushofer K., Mikroskopische Reaktionen. Braunschweig, Verl. v. Fr. Vieweg u. Sohn, 1885, p. 121.

Daß für die Entwicklung von Diatomeen[1] SiO_2 notwendig ist, braucht nicht nochmals betont zu werden, und daß dieses SiO_2 im Plasma gelöst vorkommen kann, ist früher eben gezeigt worden.

Bezüglich der Bedeutung des Kohlenstoffs beim Aufbaue der Membran sei nur darauf verwiesen, daß beim Mangel einer geeigneten Kohlenstoffquelle und bei Bezug des N aus KNO_3[2] die Diatomeen zur Plasmodienbildung neigen.

Es bleibt also nur noch die Erörterung der Bedeutung des Natriums als Stütze der oben geäußerten Anschauung übrig.

Die Plasmodienbildung wird nur bei mangelhafter Na-Ernährung bei gleichzeitiger ungünstiger C- und N-Nahrung eine massenhafte.[3] Das Na wurde überdies als notwendiger Nährstoff erkannt.[4] Wenn nun das Plasma den Nährstoff nicht im Substrate findet, was ist da natürlicher, als daß es ihn daher nimmt, wo er eben zu Gebote steht, aus der für seine Ernährung bisher wertlosen eigenen Hülle?

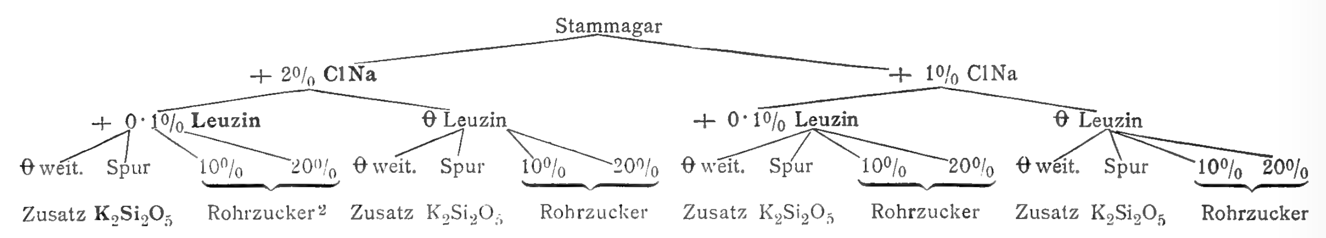
Die Annahme eines derartigen Auflösungsprozesses infolge Nahrungsmangels wäre nicht einmal so aus der Luft gegriffen, da Beispiele genug bekannt geworden sind, wo andere Nährstoffe, wie das Ca, in Zeiten der Not aus einer sonst in der Regel normalerweise unlöslichen Verbindung, wie dem Kalziumoxalat, wieder in den Stoffwechsel einbezogen wurden.[5]

Hunger, sagte ich mir nach alledem, Hunger nach C in passender Bindung, nach Si und Na mag die Diatomee in meinem KNO_3-Kochsalzversuche mit niederem Kochsalzgehalte zur Plasmodienbildung veranlaßt haben. Wenn man jetzt den »hungernden« Plasmodien in ausgiebiger Menge die drei Stoffe zur Verfügung stellte, würden sich dann nicht die nackten Plasmodien zu umhäuten beginnen[6] und durch die erzeugte Hülle bekräftigen, daß ihnen wirklich das Gebotene gefehlt hat?

Von diesem Gedankengange beeinflußt, habe ich am 22. Juni 1908 einen großen Versuch eingeleitet, von dessen Teilversuchen einer zur Umhäutung der Plasmodien führte.

Die Zusammensetzung des verwendeten Stammagars:	1000	T. dest. Wasser
	18	g gewässertes Agar
	0·2	» KNO_3
	0·2	» K_2HPO_4
	0·05	» $MgSO_4$
	0·5	» $CaCl_2$
	Spur	$FeSO_4$

Das Stammagar wurde nun wieder in zwei gleiche Portionen geteilt, zu denen bestimmte Zusätze nach dem folgenden Schema gegeben wurden.



Das Impfmaterial stammte von KNO_3-Eprouvetten u. Platten mit 0·5 und 1% ClNa aus dem Versuche vom 15. Mai 1908. Die Impfung erfolgte am 16. Juni, und zwar nur durch Übertragungen mittels Agarstückchen.

---

1 Oswald Richter, I, l. c., p. 6 [32].

2 Siehe Kapitel III, p. 20 [676].

3 Siehe Kapitel III, p. 21 [677] und XIX, p. 97 [...].

4 Siehe Kapitel II, p. 17 [673].

5 Vgl. die kritische Behandlung der reichhaltigen Literatur über diese Frage in Benecke W., Über Oxalsäurebildung in grünen Pflanzen. Bot. Zeitg. 1903, H. V., p. 80.

6 Vgl. Klebs G., Beiträge zur Physiologie der Pflanzenzelle. Unters. aus dem botanischen Institut zu Tübingen, II. Bd., Leipzig, III. Heft, 1888, p. 489.

Von allen Teilversuchen führte nur der 2% ClNa L — $K_2 Si_2 O_5$-Versuch zum Ziel. Schon am 22. Juni bemerkte man zwischen den Diatomeenresten ein völlig kugelrundes Gebilde mit einer Hülle, die ich sonst nie bei Diatomeenplasmodien [1] gesehen hatte und die sich durch ihre scharfe Kontur abhob. Am 30. Juni gab es deren schon eine ganze Anzahl in der Platte, doch erst am 13. Juli opferte ich die Reinkultur der mikroskopischen Untersuchung, die ergab, daß die beschriebenen Gebilde tatsächlich mit Membranen umgebene lebende Plasmodien waren. An Höckern und Vorragungen, Warzen und Vertiefungen konnte man an der mit Membran umhüllten Kugel noch die Stellen wahrnehmen, wo die Diatomeen ursprünglich gehaftet hatten. Das neue Kugelgebilde rollte, geschützt durch die neue Hülle, leicht zwischen den im Präparate liegenden Agarstückchen herum, mit Neutralrot [2] ließ sich sein Inhalt prächtig färben und erst ein unsanfter Druck auf das Deckglas brachte die Kugel zum Platzen, wobei der rote Inhalt in mächtigem Strahl spritzgurkenartig hervorschoß, was auf einen hohen Turgor dieser »Zelle« deutete.

Und damit sind wir bei der Schwierigkeit der Bezeichnung des Gebildes angelangt, die gleich hier erörtert werden soll. Plasmodien sind, wie noch gezeigt wird,[3] aller Wahrscheinlichkeit nach Zellfusionen mit einem oder zwei Kernen. Die ganze Fusion umgibt sich nun mit einer Haut: Es ist eine ein- oder zweikernige Riesendiatomeenzelle isodiametrischer Gestalt, aus einer großen Zahl seinerzeit symmetrisch gebaut gewesener Diatomeen entstanden mit allen Charakteristiken der umhäuteten Zelle.

Nun aber nochmals zu den interessanteren physiologischen Folgerungen aus diesem Versuche zurück.

In dem geglückten Experimente wurde den Diatomeenplasmodien geboten: Na in 2% ClNa, C als Leuzin, SiO_2 als $K_2Si_2O_5$; das sind aber gerade die Elemente, auf deren Mangel die Membranauflösung zurückgeführt worden war. Sehen wir das ganze Versuchsschema daraufhin durch, so sind nirgends wieder diese Bedingungen realisiert. Am nächsten kommt wohl der betreffende Teilversuch mit 1% ClNa den gestellten Forderungen. Doch da kann man mit Recht einwenden, daß die stark »ausgehungerten« Diatomeen mit der Menge Na, die ihnen 1% ClNa bot, ihr Auslangen nicht mehr fanden. Die Rohrzuckerkonzentrationen endlich der anderen Versuche dürften schädlich gewirkt haben.

Daher hat insbesondere der letzt beschriebene Versuch in Übereinstimmung mit den vorgehenden theoretischen Erwägungen gezeigt, daß vielleicht die Membran der farblosen Diatomee *Nitzschia putrida* aus einer organischen $Na_2 Si_2 O_5$-Verbindung besteht, womit gleichzeitig ein Beitrag zu der noch ziemlich brach liegenden Frage nach der chemischen Zusammensetzung der Diatomeenmembran geliefert wurde, deren Literatur in meiner ersten Arbeit [4] über Diatomeen nachgesehen werden mag. Gleichzeitig dürften damit die von Friedel und Ladenburg [4] geäußerten Ansichten wesentlich gestützt worden sein.

Anhangsweise möchte ich noch einer Erscheinung gedenken, die sich bei den Färbeversuchen mit Neutralrot herausgestellt hat: die unter gewissen Umständen auftretende Färbung der Diatomeenmembran mit Neutralrot.

Sie wurde am 21. Februar 1907 bei Schalen toter Diatomeen aus einer Kultur vom 22. August 1906 zum 1. Male beobachtet. Das Nährmedium war 1% ClNaLA. gewesen. Diese Membranfärbung ist höchst auffallend, da man wenigstens meines Wissens Neutralrot bisher vornehmlich als Färbemittel des

---

1 Siehe Kapitel XIX, p. 97 [753].

2 Siehe Kapitel XVIII, p. 90 [746].

3 Siehe Kapitel XIX, p. 99 [755].

4 Richter Oswald, I, l. c., p. 20 [46]. Hier vgl. auch weitere Stützen der Hypothese Friedel's und Ladenburg's, von denen die wichtigste der Nachweis der Notwendigkeit der Kieselsäure für die braunen Süßwasserdiatomeen gewesen war.

Zellinhaltes nicht aber als solches der Zellhaut [1] angewendet hat. Da die Schalen lebender Diatomeen diese Färbung nicht zeigen, die der abgestorbenen aber ja, so ist es nicht unmöglich, daß nach dem Tode vielleicht gewisse organische Stoffe aus dem Zellinnern die Membran infiltrieren und sie dadurch befähigen, den Farbstoff zu speichern. In analoger Weise würde sich dann auch die Speicherung des Anilinblaus durch die Membran der toten Diatomee erklären lassen.

Derartige Befunde, die uns die Membran einmal farbstoffabhold, das andere Mal farbstoffhold erscheinen lassen, dürfen uns um so weniger wundern, als insbesondere durch v. Wisselingh's [2] Untersuchungen der Einfluß der durch chemische oder physikalische Eingriffe bedingten Veränderungen der Membran auf die Färbungen mit Kongo- und Rutheniumrot unzweifelhaft dargetan wurde. Was endlich speziell die Kieselsäuremembran anlangt, so hat ja auch Cohn [3] bei seinen Experimenten mit Tabaschir die weitgehende Abhängigkeit der Färbung von dem jeweiligen chemischen und physikalischen Zustande der Membran dargetan.

---

[1] Zur Färbung der Korklamelle empfiehlt es Chalon, vgl. Richter Oswald, Die Fortschritte der botanischen Mikrochemie seit Zimmermann's »Botanischer Mikrotechnik«. Z. f. w. Mikroskopie u. f. m. Technik. Bd. XXII, 1905, p. 388.

[2] Wisselingh van C., Mikrochemische Untersuchungen über die Zellwände der Fungi. Prings. Jb. f. w. B., 31. Bd., 1898, p. 627. — Die weitere Literatur vgl. bei Richter O., Die Fortschritte etc., l. c., p. 370.

[3] Cohn F., Über Tabaschir. Beiträge z. Biologie d. Pfl., IV. Bd., 1887, p. 387.

XVII. Zur Frage der Reizplasmolyse bei der Nitzschia putrida Benecke.

Von Schütt[1] wurde bei Diatomeen und Peridineen eine Plasmolyse beobachtet, die im Aussehen völlig der normalen Plasmolyse gleicht, sich von ihr aber wesentlich dadurch unterscheidet, daß sie nicht durch Lösungen höheren osmotischen Druckes ausgelöst wird, sondern durch alle möglichen Reize. Sie ist von Karsten[2] an *Nitzschia longissima* und von Benecke[3] auch bei den farblosen Diatomeen beobachtet worden. Benecke verfährt in der Weise, daß er die Experimentalpflänzchen im Hängetropfen im Dunkelschranke kultiviert und dann plötzlich dem durch den Abbe'schen Beleuchtungsapparat verstärkten Lichte eines Auerbrenners exponiert. Alsbald »fast momentan« erfolgte das Abheben des Plasmas.

Ich habe diesen Versuch mit meinen Reinzuchtsindividuen auch bei grellem Sonnenlichte ungemein oft wiederholt, ohne auch nur eine Spur von Plasmolyse wahrzunehmen. Es wäre gar nicht unmöglich, daß es an der Diatomee liegt, weil Benecke[3] die Erscheinung nur an *Nitzschia leucosigma* gesehen hat, oder es könnte auch der durch die üppige Ernährung bedingte Turgor in den Zellen ein so großer geworden sein, daß Lichtreize keinen Effekt in der Richtung des Plasmaabhebens ausüben.

Die folgenden Reizmittel wurden alle mit negativem Ergebnisse angewendet: 1. Licht eines Auerbrenners, Sonnenlicht, 2. starker mechanischer Druck auf das Deckglas mit Nadel, Skalpell, 3. Stoß, 4. Ätherdämpfe, 10% und 1% Ätherwasser, 10% und 1% Chloroformwasser, Chloroformdämpfe, NH_3-Dämpfe, 1% † und 0·5% ClNa †, destilliertes Wasser †, 1% Rohrzuckerlösung †, 1% Essigsäure, 1%, 0·05%, 0·025%, 0·012%, 0·006% † Kaliumpermanganat,[4] 1%, 0·5%, 0·25% KOH.

Wie durch nachträgliche Plasmolyse mit konzentrierter Rohrzuckerlösung oder durch Salzlösungen gezeigt werden konnte, waren bei den mit † Kreuz bezeichneten Versuchen die nicht reizplasmolisierten Zellen noch am Leben.

---

[1] Schütt F., Die Peridineen der Planktonexpedition. Kiel und Leipzig 1895, p. 110.

[2] Karsten G., Die Diatomeen der Kieler Bucht, l. c., p. 154.

[3] Benecke W., I, l. c., p. 554 und 564.

[4] Bei den Experimenten mit 1, 0·05, 0·025, 0·012% Kaliumpermanganat färbten sich die Diatomeen beim Absterben durch die Oxydation des Mn prachtvoll goldgelb bis braun, so daß man in der Tat ganz überrascht die weitgehende Ähnlichkeit mit der *Nitzchia Palea* in den langen und mit der *Navicula minuscula* in den kurzen Formen bewundern mußte.

XVIII. Die Vitalfärbung der Nitzschia putrida Benecke.

(Vgl. die Figuren 9, 12, Taf. III und 15—19, 21, 25 u. 26, Taf. IV.)

Seit den grundlegenden Untersuchungen Pfeffer's[1] hat sich die Vitalfärbung für histologische Differenzierungen außerordentlich wertvoll erwiesen. Ich erinnere nur an die Arbeiten von Nestler,[2] Rosenstiehl,[3] Küster,[4] Massart.[5] Matruchot[6] stellte zum Beispiel mittels Vitalfärbung bei Spirillen ein Gebilde fest, das er als Kern anzusprechen geneigt ist u. a. m. Auch in der Histologie der Tiere hat die Vitalfärbung ganz wesentliche Ergebnisse gezeitigt.[7]

Ein Schulobjekt für die Einübung der Vitalfärbung stellt nun nach meinen Erfahrungen die *Nitzschia putrida* vor. Der Erste, der bei farblosen Diatomeen die Eigenschaft, sich leicht vital zu färben, festgestellt hat, war Provazek[8], der Neutralrot als Färbemittel benutzte. In der Tat ist auch nach meinen Erfahrungen Grübler's Neutralrot zur Färbung der *Nitzschia putrida* am geeignetsten. Man stelle sich für die verschiedenen Prozentsätze ClNa, die man in seinen Nährböden in Anwendung bringt, in Erlenmeyer-Kölbchen entsprechend prozentige Lösungen von ClNa in destilliertem Wasser her und löse je ein Körnchen Grübler's Neutralrot darin. Auf diese Art erhält man Lösungen, die tief dunkelweinrot gefärbt sind und von den Diatomeen innerhalb weniger Sekunden tief dunkelrot gespeichert werden.

Bei meinen ersten derartigen Experimenten erzielte ich auch, wenn es sich um Diatomeen von Triest. Meerw. P D A. oder Gelatine von gleich hoch konzentrierten Nährflüssigkeiten handelte, sehr gute Resultate auf die Art, daß ich in Triest. Meerw. so viel Grübler's Neutralrot löste, als sich in der Kälte oder für raschen Gebrauch in der Hitze lösen ließ. Eine derartige Lösung erscheint gelblich, offenbar wegen der Alkaleszenz des Meerwassers. Sie ist so wenig gefärbt, daß ein Tropfen auf dem Objektträger eben noch eine Andeutung eines gelblichen Stiches aufweist und doch reichte diese Spur Farbstoffes völlig aus, um Hunderte und Tausende der farblosen Diatomeen fast momentan intensiv rot zu färben, ein Farbenumschlag, der die saure Reaktion des Zellsaftes dokumentieren und den Beweis erbringen würde, wie in bestimmten seltenen Fällen auch ein Farbstoff als Reagens gelten kann. Mit dieser zuletzt beschriebenen Auflösung von Neutralrot in Triest. Meerw. sind alle jene Präparate gefärbt worden, die in den Photographien zur Darstellung kamen.

Es färbt sich nur der Zellsaft, und zwar sofort. Dabei kann man bemerken, wie bestimmte Granula oder Tröpfchen dickerer Flüssigkeit in ihm immer zuerst die Farbe aufnehmen, um sich schließlich ungemein intensiv zu tingieren. Diese Granula erfüllen bald den ganzen Zellsaft wie dicht gedrängte rote Vakuolen und fließen schließlich zusammen, so daß sich von dem gesamten Zellsaft nach allmählicher Nachdunkelung desselben ins Tiefdunkelweinrote das farblos gebliebene Plasma und dessen zarte Verbindungsfäden prächtig abheben. Das ist nun gerade der Moment, in dem die Diatomeen für die Photo-

---

1 Pfeffer W., Über Aufnahme von Anilinfarben in lebende Zellen. Unters. aus d. bot. Institut zu Tübingen, II. Bd., 1886, H. II, p. 179.

2 Nestler A., Die Blasenzellen von *Antithamnion Plumula* (Ellis) Thur und *Antithamnion cruciatum* (Ag.) Näg., Wissensch. Meeresunters. in Kiel und Helgoland. Neue Folge. III. Bd., Helgoland, 1898, p. 3.

3 Rosenstiehl A., De l'action des tannins et des matières color. sur l'activité des levures. C. R., 119. Jg., 1902, p. 134.

4 Küster E., Zur Kenntnis der Bierhefe. Biolog. Centr. 18. Jg. 1898, p. 305.

5 Massart J., Recherches sur les organismes inférieures V. Sur le protoplasme des Schizophytes. Mém. cour. et autres mémoires de l'Acad. Belgique, Bd. 61, 1901.

6 Matruchot L., Sur une méthode de coloration du protoplasma par les pigments bacteriennes, CR., Bd. 127, Jg. 1898, p. 830. — Sur une méthode de coloration du protoplasma par les pigments des champignons. C. R., Bd. 127, Jg. 1898, p. 881.

7 Fischel A., Untersuchungen über vitale Färbung. Wiesbaden 1901. Verl. v. J. F. Bergmann. — Untersuchungen über vitale Färbung an Süßwassertieren, insbesondere bei Cladoceren. Intern. Revue d. ges. Hydrobiologie u. Hydrographie, 1908. Bd. I, H. 1—2, p. 39.

8 Provazek S., l. c., p. 70.

graphie am geeignetsten sind. Während man nämlich bei dem Mikrophotographieren mit den ungefärbten Individuen seine liebe Not hat, ist das Aufnahmeverfahren bei derartig dunkel gefärbten Diatomeen selbstredend bedeutend vereinfacht. Zettnow's Filter leistet dabei natürlich noch überdies seine wertvollen Dienste. Denn da, wie bekannt, Zettnow's Filter vornehmlich Grün passieren läßt, Grün aber von Weinrot völlig verschluckt wird, werden die Diatomeen auf orthochromatischen Platten außerordentlich deutlich.

Außer mit Neutralrot wurde Vitalfärbung auch noch mit Anilinblau (Methylenblau) erzielt, das gleichfalls vorzüglich färbt, dem Neutralrot gegenüber aber doch einen nicht unbedeutenden Nachteil aufweist: es färbt nämlich die Membranen der Diatomeen zu rasch nach der Zellsaftfärbung, so daß die Differenzierung nicht so lange erhalten bleibt, wie bei Neutralrottinktion, auch ist die Blaufärbung für die Photographie minder geeignet. Selbstverständlich werden mit Anilinblau die Häute toter Diatomeen gleichfalls, und zwar sofort tief dunkelblau gefärbt.

Die besprochene Vitalfärbung wird bei unserer Diatomee zur Lebensreaktion.

Die Vitalfärbung mit Neutralrot ist so charakteristisch, daß sie mit der Färbung des toten Plasmas[1] überhaupt nicht verwechselt werden kann und darin liegt ein besonderer Vorzug dieser Färbungsmethode bei unserem Experimentalobjekt. Es wird dadurch die Feststellung des Ablebens und des Abgestorbenseins der Diatomee bedeutend erleichtert und so kommt es, daß die Vitalfärbung mit Neutralrot überall für derartige Entscheidungen[2] neben der Plasmolyse mit 10% ClNa in Anwendung kam. Übrigens spielt auch bei den plasmolytischen Studien[3] das Neutralrot eine große Rolle, weil es, vor der Plasmolyse angewendet, die Beobachtung ganz bedeutend erleichtert.

Ein nicht zu unterschätzender Vorteil, den die Vitalfärbung dem Experimentator bietet, ist die Erkennung auch ganz vereinzelter noch lebender Diatomeen unter Hunderten und Tausenden abgestorbener. Diese Wohltat verspürte ich zuerst bei einer etwa 9 Monate alten Kultur vom 12. Februar 1907, deren Geschichte lautete: 22. Dezember 1906 → 22. Jänner → 1. Februar → 5. Februar → 12. Februar 1907 und bei der ich mich überzeugen wollte, ob an ein Aufkommen der Diatomee beim Überimpfen auf ein neues Substrat noch zu denken war. Man stelle sich nur vor, wie schwer und zeitraubend es oft ist, bei einer kleinen farblosen Zelle Plasmolyse festzustellen, um unter Hunderten toten die eine oder die wenigen lebenden Diatomeen zu entdecken, und man wird dann den Wert einer Vitalfärbung, wie die mit Neutralrot, zu schätzen wissen, die nach wenigen Sekunden die sporadisch vorhandenen lebenden Individuen kenntlich macht, von deren Lebensfähigkeit man sich dann noch zum Überflusse mit 10% ClNa überzeugen kann.

Gerade die eben geschilderten Vorteile der Färbung mit Neutralrot scheinen mir auch eine wesentliche Stütze für die geäußerte Anschauung zu sein, daß in unserem Falle die Vitalfärbung auch eine Lebensreaktion darstellt. Dafür scheint mir nun auch noch die Tatsache zu sprechen, daß der aufgenommene Farbstoff beim Absterben in prächtigen Krystallen im Innern der Zellen ausfällt; denn er verhält sich, einmal aufgenommen, sowie Inulin, Zucker, Vanillin[4] und andere im Zellsafte lösliche Stoffe, die erst postmortal auskristallisieren.

Es sei noch ergänzend angeführt, daß vor dem Absterben mitunter ein sehr charakteristischer Farbenumschlag im aufgenommenen Neutralrot zu bemerken ist. Während es nämlich normalerweise in roter Farbe gespeichert wird, wird es kurz vor dem Eintritt des Todes der gefärbten Diatomeenzelle blau-

---

[1] Sogar als Korkfärbemittel wird das Neutralrot, wie erwähnt, von Chalon benutzt. Vgl. p. 86 [742].

[2] Siehe Kapitel XI, p. 46 [702].

[3] Siehe Kapitel XVII, p. 87 [743].

[4] Vgl. Wiesner J., Anatomie und Physiologie der Pflanzen. 5. Aufl. Wien 1906. Verl. v. A. Hölder, p. 59.

violett. Endlich soll daran erinnert werden, daß unter bestimmten Verhältnissen Neutralrot auch die Membran toter farbloser Nitzschien färbt, aber dann auch nur diese.[1]

Die Vitalfärbung mit Neutralrot, ein Mittel zur Feststellung der Zusammengehörigkeit der Variationsformen der *N. putrida*.

Die Vitalfärbung mit Neutralrot hat sich auch dadurch in der Folge sozusagen unentbehrlich gemacht, daß sie ein vorzügliches Hilfsmittel dafür wurde, die Zusammengehörigkeit der auffallenden Variationen der farblosen Diatomee mit klarzulegen. Denn es wird gewiß zugegeben werden müssen, daß es für die Richtigkeit der Annahme, es seien alle oft so ganz apart aussehenden Formen[2] Variationen derselben Diatomee, als bedeutende Stütze angesehen werden mußte, wenn alle ausnahmslos das gleiche Verhalten gegen Neutralrot zeigten.

Die Vitalfärbung mit Neutralrot, ein Mittel zur Feststellung der osmotischen Saugwirkung der Zellen.

An dieser Stelle muß nochmals auf den früher[3] beschriebenen Versuch über Oligodynamie und die dazugehörige Photographie Fig. 9, Taf. III verwiesen werden. Nachdem nämlich der Versuch beendet war, wurde behufs leichterer photographischer Aufnahme die Vitalfärbung mit Neutralrot in der Weise durchgeführt, daß die seinerzeit gewöhnlich gebrauchte Lösung von Neutralrot in Meerwasser in die Kulturschale gegossen und einen Tag über dem Agar stehen gelassen wurde. Dabei färbten sich die Diatomeenkolonien sofort intensiv rot, um nach Entfernung der Farbstofflösung noch bis ins Tiefschwarzrote nachzudunkeln. Das Agar wird nur leicht rot gefärbt. Man konnte nun ganz deutlich feststellen, daß dieses Nachdunkeln auf Kosten der Agarfärbung in der Umgebung der Kolonien vor sich ging, die parallel zur dunkleren Färbung der Kolonien verblaßte. Auf diese Art entstanden lichte Höfe um die Kolonien, die auch in der Photographie zum Ausdrucke kamen.

Es scheint somit eine derartig einzige chemische Affinität zwischen dem Neutralrot und dem Zellsaft der lebenden Zelle zu bestehen, daß sich die Diatomeen den Farbstoff herbeiholen, woher sie nur können. Man bekommt dadurch einen klaren Begriff, in welcher Art lebende Zellen das von diesen durch die Osmose beherrschte Gebiet für ihre Ernährungszwecke ausbeuten dürften: eine durch die Vitalfärbung an die Hand gegebene einfache Darstellung sonst unsichtbarer osmotischer Vorgänge.

Die Vitalfärbung im Dienste von Teilungsstudien.

Die prächtige Vitalfärbung mit Neutralrot legte es auch nahe, zu verfolgen, wie sich denn vitalgefärbte Zellen bei der Teilung verhalten. Es wurden daher steril gefärbte Diatomeen auf neue Agarnährböden übertragen und weiter wachsen gelassen. Dabei stellte sich heraus, daß die rotgefärbten Zellen zumeist völlig farblose Tochterindividuen erzeugten, so daß man die seltsamen Bilder erhielt, daß rote und weiße Individuen als Partner ein Doppelindividuum bildeten. In seltenen Fällen waren hellrote Tochterindividuen die Folge der Teilung, die noch hellere erzeugten usf., bis auch da für den Beobachter weiß erscheinende Individuen entstanden. So kam es, daß die auf neue Nährböden übertragenen vitalgefärbten roten Kolonien bald von Tausenden und aber Tausenden von weißen Individuen umgeben waren.

Diese Experimente, insbesondere aber die sofortige Erzeugung weißer Individuen aus gefärbten beweisen, daß die in der ersten Generation erworbene Eigenschaft des Gefärbtseins nicht vererbbar ist und daß sich in höchst auffallender Weise die Teilung in den besprochenen ersten Fällen nicht auf die ganze Zelle erstreckte und die Zellsaftvakuole glatt halbiert wurde, sondern daß das Plasma durch eine Art Sprossung zuerst das Plasma des jüngeren Individuums formierte, das nachher erst einen neuen Zellsaftraum ausgeschieden haben muß.

---

[1] Siehe Kapitel XVI, 6, p. 85 [741].

[2] Siehe Kapitel XIX, p. 92 [748].

[3] Vgl. Kapitel IX, p. 38 [694].

XIX. Auffallende Variationen der rein gezüchteten farblosen Diatomee.

Bereits in dem Kapitel über die Notwendigkeit des Natriums[1] ließ sich bezüglich der Form der reingezüchteten Diatomee ein recht auffälliges Verhalten feststellen. Sie ändert nämlich, wie erwähnt, nach dem Kochsalzgehalte der Flüssigkeit ab, indem in niederen ClNa-Prozenten breitere kurze Formen auftreten, die in ihrer endgültigen Ausbildung ein gomphonemenartiges Äußere aufweisen und deren hauptsächliches Vorhandensein gewöhnlich auch schon in der Kolonieform zum Ausdrucke kommt.[2] Die Prozentsätze, bei denen diese Gestalten gewöhnlich auftreten, sind 0·5 und 1 Prozent ClNa (vgl. Fig. 20 und 27 auf Taf. IV).

Eine weitere beachtenswerte Tatsache war die Gesetzmäßigkeit der Formveränderung, die sich bei der fortschreitenden Verkleinerung der Diatomeen herausgestellt hat; denn proportional zur Verringerung der Höhen-, nahm die Breitendimension der Diatomee zu, wodurch das Volumen konstant erhalten wird[3] (vergl. Fig. 17 auf Taf. IV).

Damit sind einige Hinweise gegeben worden, auf welche Art auffällige Formveränderungen der reingezüchteten Diatomee zustande kommen können, und es wird nun Aufgabe dieses Kapitels sein, in Form einer eingehenderen Figurenerklärung die beobachteten auffallenden Variationen vorzuführen und für sie nachher unter Berücksichtigung etwa vorhandener Literatur bezüglich ihrer Entstehung eine möglichst plausible Erklärung zu geben.

Vorher mag nur noch betont sein, daß die meisten Bilder der Tafel IV photographische Aufnahmen von mit Neutralrot vital gefärbtem Materiale[4] darstellen und daß das stets direkt Vergleichbare bei derselben Vergrößerung aufgenommen worden ist.[5]

Fig. 21 der Taf. IV stellt zunächst die rein kultivierte Diatomee in ihrer normalen Ausbildung dar, wie sie in der zweiten Reinzucht[6] nach Überimpfen in Gelatine erhalten wurde. L.[7] $= 46\mu$, Br.[7] $= 4$—5μ ($V = 500$; l. M.; Vitf.). Auffallend sind die Unmengen von Fettröpfchen, die schon bei den ungefärbten Diatomeen sofort ins Auge fallen. Sie sind bei der Benennung dieser Form mit bestimmend gewesen.

Fig. 15 der Taf. IV zeigt dieselbe Diatomee auf Agar nach einer entsprechenden Zahl von Abimpfungen aus einer Kultur vom Dezember 1906. Die Diatomee ist bereits um ein Erhebliches kleiner geworden ($V = 500$; l. M.; Vitf.). Von der kolossalen Fettspeicherung ist nichts mehr zu sehen, trotzdem das Agar auch Pepton und Dextrin, und zwar in denselben Mengenverhältnissen enthielt wie die Gelatine und trotzdem die Diatomeen ein außerordentlich üppiges Wachstum aufwiesen. Es erscheint deshalb nicht unberechtigt, die reiche Fettbildung im ersten Falle auf die Assimilation der Gelatine zurückzuführen.

An der Fig. 15 ist übrigens auch auffallend, daß sämtliche im Gesichtsfeld befindlichen Diatomeen ausnehmend starke Plasmolyse zeigen; diese ist vor der photographischen Aufnahme absichtlich hervorgerufen worden, weil es sich nämlich um den im Kapitel XI[8] eingehender beschriebenen Versuch handelte. Wie dort erwähnt, wurden die Diatomeen nach erfolgter ausgiebiger Entwicklung durch Tage einer

---

1 Kapitel II, p. 13 [669].

2 Kapitel XX, 3, p. 106 [762].

3 Kapitel XIII, 3, p. 70 [726].

4 Kapitel XVIII, p. 90 [746].

5 Zur Erklärung der Bilder benutzte Abkürzungen: Vergrößerung $= V$; lebendes Material = l. M.; Vitalfärbung mit Neutralrot = Vitf.; totes Material = t. M.; Färbung mit Gentianaviolett = Gv.

6 Vgl. Kapitel I, p. 7 [663].

7 L. = Länge; Br. = Breite.

8 Vgl. Kapitel XI, 2, p. 46 [702].

Temperatur von — 8 bis — 10° C ausgesetzt, wodurch sie nicht getötet wurden. Als das Agar aufgetaut war, bekam man nach Vitalfärbung mit Neutralrot und Plasmolyse mit Kochsalz das eben beschriebene Bild.

Die nächste Photographie, Fig. 16 der Taf. IV, bezieht sich auf einen gleichen, zur selben Zeit angestellten Versuch über die Einwirkung niederer Temperaturgrade ($V = 500$; l. M.; Vitf.). Auch hier ist absichtlich der Moment der Plasmolyse im Bilde festgehalten worden. Als Versuchsobjekt kam aber eine relativ kleine Diatomeenform in Verwendung, die ganz spontan im Dezember 1906 im Materiale der zweiten Reinzucht[1] auftrat und deren Reingewinnung und Weiterzüchtung gelang.

Die nächsten Bilder machen uns mit den Gestaltsveränderungen bekannt, die inzwischen das Material der ersten, also der März-April-Reinzucht,[2] durchgemacht hat.

Es wird zunächst nicht schwer fallen, in den Photographien die Bestätigung des Gesetzes von der Erhaltung des Volums[3] zu erkennen. Die Diatomeen sind kürzer, aber dafür bedeutend breiter und dicker (Grundriß beiläufig quadratisch)[3] geworden als die ursprüngliche Form; vgl. Fig. 17 der Taf. IV ($V = 500$; l. M.; Vitf.).

Die Verschiedenheit der Gestalt fällt am meisten ins Auge, wenn man die Schalenansichten der Diatomeen vergleicht. Während in Fig. 21 und 15 die typische schmächtige, beiderseits zugespitzte Nitzschiengestalt klar hervortritt, hat in Fig. 17 eine breite *Navicula*- die schlanke Nitzschienform verdrängt und sich mit abgerundeten Spitzen versehen. Man kann sich diese Veränderung am besten klar machen, wenn man sich als Modell einen langen schmächtigen Rhombus mit beweglichen Grenzen vorstellt, der auf der Spitze steht, an den stumpfen Ecken gefaßt und in die Breite gezogen wird. Es muß dann eine ganz analoge Veränderung mit dem Modell vor sich gehen, wie sie die Photographie von der Diatomee darstellt.

Es mag hier nur kurz darauf hingewiesen werden, in welch einschneidender Weise die Diatomeengestalt die Kolonieform beeinflußt.[4] Vgl. Fig. 20 und Fig. 23 der Taf. IV ($V = 50$; l. M.).

Es ist das ein Ergebnis, das auch die Bakteriologen interessieren dürfte, und das um so mehr, als ihnen bereits analoge Erscheinungen bekannt sind. So »verändern die Pneumoniekokken, die durch Züchtung aus Diplokokken in Kettenkokken verwandelt sind, auch die Form ihrer Kolonien, erscheinen dann nicht mehr mit scharfem, sondern mit gekräuseltem Rand, aus dem die Ketten hervorragen. Die Friedländer'schen Pneumoniebazillen, die nach Wilde in einer kleineren und weniger Schleim bildenden Spielart auftreten können, entwickeln in diesem Falle auf der Gelatine oberflächliche Kolonien, die denen des *B. coli* sehr ähneln, d. h. flach, weniger granuliert und zackig umrandet sind« u. a. m.[5]

Mit der beschriebenen *Navicula*-Gestalt hat die farblose Diatomee noch immer nicht das Ende ihrer Verwandlungskünste erreicht. Sie beginnt auffallende Einbuchtungen in der Mittelpartie zu zeigen, es treten taillenartige Einschnürungen auf, gleichzeitig werden hornartige Vorwölbungen sichtbar, wie sie in Fig. 18 der Taf. IV dargestellt sind. ($V = 500$; l. M.; Vitf.).

Nicht genug daran: Die Diatomeen bekommen durch einseitige Einbuchtung sogar kipfelartige Formen! Vgl. Fig. 19 der Taf. IV ($V = 500$; l. M.; Vitf.).

Diese aparten Gestalten werden dann noch vermehrt durch die Kratikularbildungen, deren eine in Fig. 28 der Tafel IV mit hinlänglicher Klarheit wiedergegeben ist ($V = 500$; l. M.; Vitf.).

Bekanntlich[6] kommt es bei den Diatomeen vor, daß sie sich unter mehr minder ungünstigen Lebensverhältnissen immer mehr von ihrer Membran zurückziehen und dann zum Schutze des teilweise bloß-

---

1 Vgl. Kapitel I, p. 7 [663].

2 Vgl. Kapitel I, p. 6 [662].

3 Vgl. Kapitel XIII, 3, p. 68, 69, 70 [724, 725, 726].

4 Vgl. Kapitel XX, 5, p. 108 [764].

5 Kruse W., I., Variabilität der Mikroorganismen in Flügge C., l. c., I. Teil, 1896, p. 482.

6 Oltmanns Fr., Morphologie und Biologie der Algen, I. Bd., 1905, l. c., p. 131.

gelegten Protoplasten neue Schalen erzeugen, sich wieder zurückziehen usf., wobei vielfach eingeschachtelte Protoplasmakörper entstehen.

Endlich sei nochmals auf die gomphonemaartigen Gestalten auf kochsalzarmen Nährböden[1] verwiesen, wie sie Fig. 27 der Taf. IV darstellt ($V = 500$; t. M. nach Fixierung mit Osmiumsäure gefärbt mit Magdalarot).

Ich kann mich nicht enthalten, an dieser Stelle einige Zitate aus Kruse's[2] »Morphologie der Bakterien« einzufügen, deren Wortlaut wohl selbst die kurze Unterbrechung des aufgenommenen Gedankenganges rechtfertigen dürfte:

»Pneumoniekokken bilden auf Nährböden, die ihnen wenig zusagen ...., statt der Lanzett- oft Semmelformen, statt Ketten zooglöaartige Massen.«

»Bei Bazillen kommen körnige, kugelige, spindel-, keulen- und wurstförmige, spiralige und verästelte Gebilde vor, die an ....Monaden.... erinnern können.«

Man wird durch den Parallelismus, der sich im Verhalten der Bakterien und dem der farblosen Bacillariacee kundgibt, unwillkürlich an die Verwandtschaftstabelle erinnert, die Provazek[3] in seiner oft genannten Arbeit aufgestellt hat, um darin die Beziehungen zwischen Protozoen, assimilierenden und nicht assimilierenden Protophyten darzulegen und insbesondere die Stellung der von ihm als *Synedra hyalina* bezeichneten *Nitzschia putrida* im Systeme deutlich zu machen.

Nach dieser kleinen Abschweifung nun wieder zur Schilderung der abnormen Gestalten der farblosen *Nitzschia* zurück! Wir haben also vorläufig eine Fülle von Veränderungen der *Nitzschia putrida* kennen gelernt, die höchst auffallend sind, von denen ich aber, und ich dürfte mich kaum irren, behaupten möchte, daß Benecke das erste Stadium dieser Kette von Umgestaltungen bereits bei seinen Rohkulturen beobachtet hat:

»*N. putrida* zeigte keine derartigen unregelmäßigen (unten erklärten) Involutionsformen, wohl aber kam es vor, daß auch sie dadurch vom Typus etwas abwich, daß sie in der Mitte schwach aufgebaucht war, wenn man sie in der Gürtellage besah.«[4]

Als wichtig für die spätere Interpretation meiner Beobachtungen mag auch gleich die Fortsetzung dieser Stelle in Benecke's Arbeit angeführt werden:

»Fig. 12, Taf. XIII, zeigt einen solchen Fall; es ist mir zweifelhaft, ob diese Form mit der typischen *putrida* wirklich zu einer Art zusammenzuziehen ist; doch tue ich es der Einfachheit halber, um so mehr, als Übergangsformen zwischen dem Typus und Fig. 12 vorkamen.«[4]

Es fragt sich nun, 1. ob zunächst bei anderen farblosen Diatomeen Erscheinungen beobachtet werden, die einigermaßen mit den beschriebenen Veränderungen an der *Nitzschia putrida* vergleichbar wären, 2. ob auch bei braunen Diatomeen ähnliche Veränderungen vorkommen, 3. ob die an der farblosen *Nitzschia* festgestellten Abweichungen vom normalen Baue nicht vielleicht auch bei Grünalgen ihr Analogon fänden und 4. welche Erklärung man sich bezüglich ihrer Entstehungsweise nach dem heutigen Stande der Wissenschaft bilden soll.

Da kann ich nun zunächst wieder auf Benecke[5] verweisen, der bei der *Nitzschia leucosigma* »eigenartige Involutionsformen« gesehen hat, die er »ursprünglich mit der Auxosporenbildung glaubte in Zusammenhang bringen zu müssen.«

»Doch starben dieselben, in Kultur genommen, immer nach einiger Zeit ab, so daß« er sich »der eben genannten Deutung zuwendete.« »Sie traten immer auf in alternden Kulturen, deren Erschöpfung der Vermehrung der Nitzschien ein Ziel setzte. Oft wichen sie von der normalen Form dadurch ab, daß sie in der Mitte regelmäßig aufgebaucht waren.« »Häufig war aber auch die Auf-

---

1 Vgl. Kapitel II, p. 13 [000].

2 Kruse W., II., »Allgemeine Morphologie der Bakterien« in Flügge C., l. c., I. T., p. 62 u. 63.

3 Provazek S., l. c. p. 72.

4 Benecke W., I, l. c., p. 545.

5 Benecke W., I, l. c., p. 544, 551 u. 565.

blähung eine durchaus unregelmäßige.« »Nicht selten bestand auch die Involution darin, daß die Schalen an einem Ende viel weiter auseinander geschoben waren, als am andern, so daß der Eindruck erweckt wurde, als hätten die Zellen nur noch am einen Ende die nötige Kraft zum Wachstum gehabt. Daß solche Formen noch lebten, ergab schon ohne weiters ihre Beweglichkeit.«[1]

Auch eine Stelle aus Karstens[2] Arbeit verdient hier zitiert zu werden:

»In vereinzelten Individuen bemerkte ich unter den übrigen Exemplaren eine etwas abweichend geformte *Nitzschia,* deren Schalenumrisse an die Unterabteilung *Hantzschia* erinnern, doch befanden sich die beiden Raphen in normaler Orientierung. Da erst genauere Untersuchungen, die bei dem spärlichen Material nicht möglich waren, feststellen könnten, ob nur etwas abweichende Exemplare von *Nitzschia putrida* vorliegen, oder eine zweite saprophytische Form von derselben Größe, so mag dieser Hinweis und die Fig. 11 und 12, welche die Form zeigen, genügen.«

Was nun die braunen Süßwasserdiatomeen anlangt, so fand ich tatsächlich in meinen Reinkulturen der *Nitzschia Palea* und der *Navicula minuscula* Formveränderungen, die ohne Zweifel den entsprechenden der *Nitzschia putrida* vergleichbar sind.

Es dürfte auch nicht unpassend erscheinen, hier auf eine in der Literatur zu wenig beachtete Stelle in einer der vielen Arbeiten Miquels[3] über Diatomeen hinzuweisen, die mir den Beweis zu erbringen scheint, daß auch er schon ähnliche Veränderungen seines braunen Versuchsmaterials aufgefunden hat, wie sie für die reingezüchtete farblose Diatomee eben beschrieben worden sind.

Die zitierte Stelle enthält gleichzeitig die Vorstellung, die sich Miquel von dem Grunde der merkwürdigen Veränderungen der »Schalen« gemacht hat. Die schlechte Ernährung des Kerns soll der Grund sein, wie denn Miquel überhaupt dem Kerne bei der Regeneration der Schale, ja sogar bei der Ausbildung der verschiedenen Zeichnungen auf den Schalen der Diatomeen eine einschneidende Bedeutung zuerkennt.[4] Wenn man dabei aber bedenkt, auf wieviele Ausnahmen man heute schon bei der Überprüfung der Haberlandt'schen[5] Hypothese von der Rolle des Kerns bei der Membranbildung gestoßen ist[6], wird man auch der zeichnerischen und architektonischen Leistungsfähigkeit des Miquel'schen Diatomeenkernes gegenüber einige Reserve bewahren. Auch muß bei meinen Kulturen betont werden, daß hier nach dem erfolgten Überimpfen der abnormen Formen auf neue Nährböden doch keineswegs von mangelhafter Ernährung gesprochen werden kann. Freilich war ich, wie schon angedeutet wurde[7] und noch erörtert werden wird[8], in der Lage, durch Nahrungsmangel viele der besprochenen Formen künstlich hervorzurufen, und die Kratikularbildungen müssen als typische Hungerformen angesehen werden.

Ebenso ließen sich die beobachteten auffallenden Gestaltveränderungen mit analogen bei Grünalgen auf Agar-, Gelatineplatten oder in Nährlösungen aufgetretenen vergleichen, wie sie Beijerinck,[9] Senn,[10] Artari[11] und in letzter Zeit Gernek[12] gesehen haben.

---

1 Benecke W., I, l. c., p. 544—545. Vgl. damit die Photographie 27 der Taf. IV.

2 Karsten G., I, l. c., p. 426.

3 Miquel P., Recherches expérimentales sur la physiologie, la morphologie et la pathologie des Diatomées. XI. Du rétablissement de la taille et de la rectification de la forme chez les Diatomées. Annales de Micrographie, Décembre 1893, p. 27.

4 Miquel P., Décembre 1893, l. c., p. 26 u. f. — Miquel P. Recherches etc., l. c., Octobre 1893, X. Du noyau chez les Diatomées.

5 Haberlandt G., Über die Beziehungen zwischen Funktion und Lage des Zellkerns bei den Pflanzen. Jena, 1887. Verl. v. G. Fischer.

6 Vgl. bloß die jüngste Arbeit über dieses Thema von Küster E., Über die Beziehungen der Lage des Zellkerns zu Zellenwachstum und Membranbildung. Flora, Jg. 1907, Bd. 97, I. H. p. 1.

7 Siehe Kapitel II, p. 13 [669], Kapitel III, p. 20 [676] und Kapitel XVI, 6, p. 83 [739].

8 Siehe p. 97 [753]. — Vgl. endlich Oltmanns Fr., Notizen über die Kultur- und Lebensbedingungen der Meeresalgen. Flora, 80. Bd., Jg. 1895, p. 46 u. 47.

9 Beijerinck, M. W., »Kulturversuche etc.« l. c., 1890, p. 729.

10 Senn G., Über einige koloniebildende Algen. Basel 1899, Bot. Zeitg. 1899, 57. Jg., p. 90.

11 Artari A., Untersuchungen über Entwicklung und Systematik einiger *Protococcoiden.* Bull. de la Soc. Imp. des Natur. de Moscou 1892. — Artari A., Der Einfluß der Konzentrationen etc., l. c., I, Bd. 40, 1904. p. 609—610. Beobachtungen an *Stichococcus bacillaris* und *Xanthoria parietina.*

12 Gernek R., Zur Kenntnis der niederen Chlorophyceen. 1907, p. 221. Vgl. auch Küster E., Pathologische Pflanzenanatomie. Jena 1903. Verl. v. G. Fischer, p. 125, und: »Eine kultivierbare Peridinee«. Archiv für Protistenkunde 1908, 11. Bd., p. 351. Da diese interessante Publikation erst während der Drucklegung der vorliegenden Arbeit erschien, konnte sie nicht mehr berücksichtigt werden.

Und die derzeitig dem Stande der Wissenschaft am meisten entsprechende Erklärung?

Hugo de Vries[1] hat uns in seiner Mutationslehre mit der Tatsache vertraut gemacht, daß plötzlich unvermittelt neue primäre Arten mit ganz bestimmten Merkmalskomplexen einer primären Art entstehen können und stützt seine Ausführungen durch seine Versuche mit dem klassischen Versuchsobjekt, der *Oenothera Lamarckiana*. Und zweifellos sind die beigegebenen Bilder sprechende Belege für die von ihm vorgetragene Theorie.

Diese primären Arten sind dadurch charakterisiert, daß sie, mit dem eigenen Pollen bestäubt und nach den Regeln der künstlichen Zuchtwahl separiert, durchaus konstant bleiben.

Vergleicht man mit diesen Ergebnissen die Befunde an der *Nitzschia putrida*, so möchte ich zunächst meiner Überzeugung Ausdruck verleihen, daß man vom systematischen Standpunkte gewiß bei Unkenntnis des Zusammenhanges der Kipfel- und Spitzrhombenformen der *Nitzschia* die Individuen der einen und der anderen Art für völlig voneinander verschiedene Arten angesehen hätte.

Inwieweit genügen die neuen Gestalten übrigens dem Begriffe einer primären Art im Sinne de Vries? Besitzen sie zunächst das wichtigste Merkmal konstanter Arten? Sind die Merkmalkomplexe erblich? Antwort: Ja; mit einer gewissen Einschränkung: erblich, bis zu einem gewissen Zeitpunkte, mit dem wir uns gleich noch etwas eingehender befassen werden.

Die Belegbeispiele mögen den Erfahrungen an der Navicula- und Kipfelform entnommen sein, die am eingehendsten nach dieser Richtung studiert wurden. Von den anderen Formen gilt übrigens das gleiche:

Die Naviculaform entwickelte sich ganz allmählich, indem die Diatomeen immer kleiner und dabei immer dicker wurden. Beim Überimpfen traten wieder kürzere und noch dickere Formen auf usf., bis die Formen zu sehen waren, die in Fig. 17 der Taf. IV dargestellt sind. Es geht somit diesem Naviculatypus das Merkmal der Erblichkeit nicht ab.

Die Kipfelform trat fast unvermittelt auf. Als Übergang möchte ich bloß ansehen jene mehr minder geknickten und gebogenen Gestalten, die dadurch zustande kamen, daß sie mit zu ihnen senkrecht orientierten Diatomeen zwischen anderen völlig eingekeilt lagen und wegen Wachstumshemmung auf der einen Seite sich normal bloß auf der anderen entwickeln konnten und dadurch notgedrungen kipfelförmig werden mußten. Da die eine Kolonie, von der die betreffenden mikroskopischen Präparate stammten, die Kipfelform rein zu enthalten schien, wurde von ihr in eine neue Schale überimpft, sie so von der Naviculaform, neben der sie in einer Petrischale aufgetreten war, abgeimpft und auf diese Art eine absolute Reinkultur der Kipfelform erzielt, wo sie in Kolonien in Tausenden und aber Tausenden von Individuen die einzig herrschende Gestalt darstellte. Es wäre also auch hier eine zweifellose Erblichkeit der Merkmale für eine Fülle von Generationen nachgewiesen. Und man wäre somit berechtigt, von neuen Arten zu sprechen.

Wenn ich das trotzdem nicht tue, so sind für mich erstens die weiteren Formveränderungen maßgebend, die sich in der Folge bei der Navicula-, der Kipfel- und all den anderen Gestalten in sämtlichen älteren Diatomeenkolonien erster und, wie ich jetzt nach zweijähriger Beschäftigung mit der Frage versichern kann, auch der zweiten Reinzuchtprovenienz beobachten ließen, und zweitens die schon von de Vries betonte Tatsache, daß es auch Ernährungsvariationen[2] gibt, die oft täuschend neuen Arten ähnlich sehen.

Bekanntlich treten solche bei Überfütterung oder überreichlicher passender Ernährung auf. Nun stellt Pepton-Dextrin-Agar oder Gelatine in Triester Meerwasser ein ausnehmend geeignetes Nährsubstrat vor, wie schon dargelegt wurde.[3] Es ist also auch die zweite Auffassung der beschriebenen Formen als Ernährungsvarietäten nicht ohneweiters von der Hand zu weisen. Dagegen spricht nicht die p. 13 und 20

---

[1] Vries Hugo de, Die Mutationstheorie, Leipzig 1901. Verl. v. Veit u. Comp.

[2] Vries Hugo de, l. c., Bd. I, p. 93.

[3] Vgl. Kapitel VI, p. 28 [684].

[—. und —.] kurz berührte Erfahrung von dem Auftreten der aparten Formen auch bei äußerst ungünstiger Ernährung. Es läßt sich ja ganz gut denken, daß nicht nur ein Überfluß, sondern auch ein Mangel am Notwendigen in gleichem Sinne reizauslösend zu wirken vermag.

Der Hauptgrund, warum ich mich nun für diese zweite Auffassung entschieden habe, liegt in dem ganz plötzlichen Zurückkehren aller dieser abnormen Gestalten in die ursprüngliche Stammform. Ihre Eigenschaften sind also nur bis zu einem bestimmten Zeitpunkte erblich und sie selbst sind Übergangsgestalten einer gemeinsamen Urform.

Hat man irgendeine der oben beschriebenen Gestalten in absoluter Reinkultur und züchtet sie weiter, so kommt plötzlich ein Moment, wo ohne jede Vermittlung die Kulturschale ganz übersät erscheint von Kolonien der großen Stammform. Von einer Auxosporenbildung im gewöhnlichen Sinne konnte ich dabei durch mikroskopische Untersuchung gar nichts nachweisen.

Die Erklärung dieser auffallenden Erscheinung kann nur entweder im Anschluß an die hochinteressanten Beobachtungen von Karsten über Auxosporenbildung, insbesondere an *Synedra affinis*[1] und *Nitzschia longissima*[2] darin zu suchen sein, daß von mir, weil ohne Färbemethoden einfach nicht feststellbar, unbeachtet in den Schalen »reduzierte Auxosporenbildungen« vorgekommen sind oder so gegeben werden, daß dieses Auftreten der Stammform gedeutet wird als sprungweises Zurückkehren zur ursprünglichen Gestalt, als Mutation nach oben, zum Größeren, dem Auftreten der *Oenothera Lamarckiana gigas* de Vries analog, und als das Gegenstück zu dem Auftreten der Zwergform der Fig. 16 der Taf. IV.

Auch hier kann auf einige Erfahrungen Miquel's verwiesen werden, der ähnliches beobachtet, es aber nicht weiter ausgewertet zu haben scheint.

Mag nun die Deutung so oder so ausfallen, wesentlich ist die Rückkehr zur Urform und damit schließt sich der Kreis und vergewissert uns gleichzeitig, daß wir es hier mit einer Aufeinanderfolge verwandter zu einem Entwicklungszyklus gehörigen Formen zu tun haben und berechtigt sind, uns für die Auffassung derselben als Ernährungsvariationen zu entscheiden.

Die infolge dieser Erkenntnis gewählten Namen[3] lauten:

Nitzschia putrida var. *gigas* sive *pinguis* (riesig oder fett) . . . . Gelatineform
» » » *longa* (lang) . . . . Agarform
» » » *nanella* sive *parva* (zwergig oder klein) . . . . »
» » » *naviculaeformis* sive *lata* (naviculaartig oder breit) . . . . . . »
» » » *cornuta* (gehörnt) . . . . »
» » » *siliginea* (kipfelartig) . . . . »

Dazu kommt noch die Form *Nitzschia putrida* var. *gomphonemiformis* sive *triangulata* (gomphonemaartig oder dreieckig) . . . . » ,
die in 1% ClNa bei der ersten Reinzucht in einer Unzahl Kulturen auftrat und die entweder als

---

[1] Karsten G., Untersuchungen über Diatomeen. II. Flora 1897, Bd. 83, p. 33.

[2] Karsten G., Untersuchungen über Diatomeen. III. Flora 1897, Bd. 83, p. 207. — Insbesondere auf die zweite Arbeit wird später noch genauer eingegangen werden müssen, vgl. p. 98 [754].

Schon Schmitz Fr. (Die Bildung der Auxosporen von *Cocconema Cistula* Ehrbg., Bot. Zeitg. 1872, 30. Jg., p. 123) hat Auxosporenbildungen gesehen, »bei denen die eine Zelle abstarb, noch bevor sie irgend begonnen hatte, die alten Schalstücke zu öffnen und abzuwerfen. Doch blieb dies auf die zweite Zelle stets ohne den geringsten nachteiligen Einfluß. Dieselbe entwickelte sich vielmehr ganz in der regelmäßigen Weise zur Auxospore«. Auch Schütt Fr., Auxosporenbildung von *Rhizosolenia alata*, Ber. d. D. b. Ges. 1886, Bd. IV, p. 10, sah »weder eine Schleimhülle noch überhaupt kopulierende Paare«.

Vgl. auch Oltmanns Fr., l. c., I. Bd., 1904, p. 126 u. f. und Klebahn H., Beiträge zur Kenntnis der Auxosporenbildung etc. Verh. d. Ges. d. Naturf. u. Ärzte in Lübeck, 1895, II, 1, p. 102, Leipzig 1896 u. Pringsh. Jb. f. w. B. 1896, 29. Bd., p. 595.

[3] Wie bereits die Durchsicht der Arbeit gelehrt hat, habe ich mich für die zuerst stehenden Namen als endgültig verwendbare entschieden. Vgl. Richter Oswald, III, l. c., p. 280.

Ergebnis des geringen Kochsalzgehaltes allein oder dieses und langer Zucht, Dichtwuchs und Kratikularbildung angesehen werden kann.

Daß gewisse Diatomeen auf äußere Einflüsse ungemein rasch und ausgiebig reagieren, mag auch noch an einem Beispiel illustriert werden, mit dem uns Karsten[1] bekannt gemacht hat. Es wird dessen Anführung gewiß zur Stütze für die geäußerte Auffassung dienen.

Bekanntlich hat sich Karsten mit der Frage nach der Abhängigkeit der Formänderungen der *Sceletonema costatum* (Grev.) Grun. von äußeren Faktoren beschäftigt und nachweisen können, daß die Diatomee wesentlich verschieden aussieht, wenn sie in stehendem oder in stark bewegtem Wasser gehalten wird. Bei starker Bewegung des Wassers werden Kieselstäbchen als Schwebeeinrichtungen zwischen die einzelnen Diatomeen zwischengelagert, deren Ausbildung bei ruhigem Stehen in Aquarien ohne Wasserbewegung unterbleibt. Wenn nun wie hier ein physikalischer Faktor, die mehr oder minder starke Bewegung des Wassers, und vielleicht auch ein chemischer, der geringere Zutritt von Sauerstoff, auf die als Schwebeorganismus freilich exquisit ausgezeichnete Diatomee einen so ausgiebigen Einfluß äußert, warum sollten die chemischen Faktoren der Ernährung auf die *Nitzschia putrida*, die als Saprophyt[2] und als Natriumpflanze[3] auch gewissermaßen eine ausgezeichnete Stelle einnimmt, nicht in ähnlicher Weise formverändernd wirken?

Es scheint mir hier auch nicht unpassend, zum Vergleich die Untersuchungen von Otto Müller[4] und Gran[5] heranzuziehen, die das unvermittelte Auftreten neuer elementarer Arten[6] bei Melosiren und Rhizosolenien beobachten konnten, deren Untersuchungen über diese Frage aber noch insofern eine gewisse Ergänzung benötigen, als ihnen Reinkulturen der fraglichen Formen fehlen und sie somit die Frage nach der eventuellen Rückkehr der »neuen primären Art« in die Urform unbeantwortet lassen mußten.

Plasmodien.

Die früher erwähnte reduzierte Auxosporenbildung oder sprungweise Rückkehr zur Urform scheint nicht der einzige Modus zu sein, mit dem sich die farblose Diatomee vor dem durch die dauernde Zweiteilung und durch das mit ihr verbundene Kleinerwerden bedingten schließlichen Untergang bewahrt. Man sieht nämlich, wie bei hinlänglich langer Kultur bei allen genannten Kulturderivaten in Schalen, wo nicht die sprungweise Rückkehr zur Urform auftrat, einige Zellen ihren protoplasmatischen Inhalt austreten lassen, wie die nackten Plasmaklümpchen der verschiedenen Zellen zusammenfließen (Fig. 12, Taf. III) und zum Schlusse nackte Plasmodien bilden, die sich im übrigen verhalten wie solche von Schleimpilzen, also pseudopodienartige Vorstülpungen treiben, im Gesichtsfeld langsame Bewegungen

---

[1] Karsten G., Die Formveränderungen von *Sceletonema costatum* (Grev.) Grun. und ihre Abhängigkeit von äußeren Faktoren Kiel, 5. März 1898. Es sei anschließend auch auf die Beobachtungen von Wesenberg C. (Lund, Plankton investigations of the Danish lakes, Copenhagen, Gyldendalske Boghandel. Nordisk Forlag. 1908, p. 18), verwiesen, der an *Asterionella* eine Art Variation feststellte, die mit dem im Frühjahr und Sommer zu beachtenden physikalischen Verhalten des Wassers zusammenhängen mag, indem im Frühjahre ketten-, im Sommer sternförmige Kolonien auftauchen, bei denen hinwiederum die Schwebefähigkeit durch die Zahl der Strahlen reguliert wird. Wesenberg spricht von »Temperaturformen«, p. 35, und zwar rufen niedere Temperaturen die Ketten-, höhere die Sternformen hervor. Anschließend möchte ich bemerken, daß es mir in der jüngsten Zeit geglückt ist, die Asterionella auf Agar zu ziehen und zu fragilariaartigem Wachstum zu zwingen.

[2] Vgl. Kapitel III, p. 18 [674].

[3] Vgl. Kapitel II, p. 17 [673].

[4] Müller O. I. Sprungweise Mutation bei Melosiren. Ber. d. D. b. Ges., 1903, Bd. XXI, p. 326. — II. Bacillarien aus dem Nyassalande. II. Folge. Engler's Bot. Jahrb., Bd. XXXIV, p. 256, 263, 269, 275. — III. Pleomorphismus, Auxosporen und Dauersporen bei *Melosira*-Arten. Pringsh. Jb. f. w. B., 1906, Bd. XLIII, H. 1, p. 49.

[5] Gran H. H., Die Diatomeen der arktischen Meere. I. Teil: Die Diatomeen des Planktons. Verlag v. G. Fischer, Jena 1904. *Rhizosolenia hebetata* Bailey, p. 525.

Endlich sei auch zum Vergleiche auf die Bemerkung von Schütt F. (l. c., p. 12) verwiesen: »Die Auxosporen von *Rhizosolenia alata* sind von der gewöhnlichen Auxosporenform der Diatomeen so verschieden, daß sie von den älteren Beobachtern nicht als solche gedeutet, sondern als verschiedene Arten oder Varietäten derselben Art aufgefaßt wurden.«

[6] Vries Hugo de, I, l. c., p. 176.

ausführen u. dgl. m.,[1] was mir übrigens manche Photographie verdorben hat (man vergleiche die Skizzen der Fig. 5 p. 77 [733].

Die Figuren 24, 25 und 26 der Tafel IV zeigen solche Plasmodien. Fig. 25 und 26: $V = 500$; l. M.; Vitf.; die Fig. 24 stellt ein Riesenplasmodium dar, das zwei ganze Kolonien umfaßte ($V = 50$; l. M.). Hier haben sich die Kolonien in eine zusammenhängende Plasmamasse verwandelt, in der noch die einzelnen Diatomeen suspendiert erscheinen. Auch bei den anderen Bildern ist die Provenienz aus den Diatomeen zweifellos zu erkennen, indem den Plasmodien noch die Schalen der Diatomeen, aus denen sie hervorgingen, anhaften. Leider sind die Konturen der Plasmodien bei der Reproduktion etwas undeutlich geworden. Die Zusammengehörigkeit dieser abnormen Bildungen und der Diatomeen konnte übrigens auch noch mit Hilfe der Lebendfärbung mit Neutralrot[2] und durch Feststellung der gleichen mikrochemischen Zusammensetzung erbracht werden, wenn überhaupt bei den verwendeten Reinkulturen ein Zweifel an der Zusammengehörigkeit beider auftauchen kann.

Wie soll man sich nun diese Bildungen erklären? Auf diese Frage läßt sich heute nur mit Vermutungen antworten, doch können die Vermutungen teils durch Vergleich mit älteren und neuesten Entdeckungen auf dem Gebiete der Algologie, insbesondere der Diatomeenkunde und durch solche der Mykologie, teils durch bestimmte Experimente einigermaßen gestützt werden.

Höchst auffällige und meines Wissens in keinem algologischen Werke reproduzierte Erscheinungen hat Miquel[3] bei der Wiederherstellung der Form der *Nitzschia Palea* und anderer Nitzschien beobachtet, die eine entfernte Ähnlichkeit mit den besprochenen Bildungen besitzen.

Miquel[4] sah, wie sich nach einer bestimmten Zahl von Überimpfungen das Protoplasma gewisser Diatomeen dieser Art zunächst von den Schalen abhob, um dann nach zwei diametral entgegengesetzten Richtungen in die Länge zu wachsen, bis der so gebildete Plasmaschlauch eine Größe von rund 68 μ erreicht hatte. Bei dieser Streckung muß der Schlauch natürlich die ihn umschließenden Schalen sprengen und es ist dann selbstverständlich, daß dabei häufig die Schalen an ihm haften bleiben. Das so entstandene aparte Gebilde vergleicht Miquel einem fadenförmigen Thallophyten (Alge oder Pilz). Denn es sei nicht einen einzigen Moment nackt, sondern stets von einer Membran umgeben. Miquel nennt diese Bildungen Auxosporen, doch sollen sie ohne Befruchtung gebildet sein.

»Les auxospores ne sont à aucun moment de leur croissance constituées par du protoplasma nu.« [4]

»Le protoplasme recouvert d'une membrane extensible adopte le mode d'accroissement qu'on remarque si fréquemment chez les espèces inférieurs dont le thalle est continu.« [5]

»Il reste incertain si les microfrustules sont avant leur germination l'objet d'une fécondation particulière.« [6]

Da die von Miquel beschriebenen Gebilde stets behäutet waren, sind sie entschieden etwas anderes als die in den Photographien dargestellten Bildungen.

Die Auxosporenbildung ist gerade in jüngster Zeit vielfach Gegenstand eingehender Untersuchungen gewesen.[7]

Und da komme ich denn zunächst auf Karsten's[8] Angaben und Bilder der Auxosporenbildung von *Nitzschia longissima* (Bréb.) Ralfs zurück, bei der er beobachten konnte, wie sich der Plasmainhalt von

---

[1] Siehe Kapitel XIV, p. 76 [732].

[2] Siehe Kapitel XVIII, p. 90 [746].

[3] Miquel P., l. c., Octobre-Novembre 1892. Du rétablissement de la forme dite sporangiale chez la *Nitzschia Palea*, p. 25.— L. c., Decembre 1893. XI. Du rétablissement de la taille et de la rectification de la forme chez les Diatomées, p. 4.

[4] Miquel P., l. c., Octobre-Novembre 1892, p. 27.

[5] Derselbe, l. c., Décembre 1893, p. 7.

[6] Derselbe, l. c., Octobre-Novembre 1892, p. 30, Punkt 5. Ich möchte hier auch auf eine Stelle in Miquel's Arbeiten verweisen (Décembre 1893, l. c., p. 6), wo er sich gegen F. Graf v. Castracane wendet, der die als Auxosporen bezeichneten Protoplasmagebilde monströs und unbegründet nennt (monstrueuses et d'infécondes). (Castracane F., De la réproduction des Diatomées. Le Diatomiste, T. II, 1893—1896, p. 4 ff. — Ders. ibid. p. 118.) — Vgl. auch Karsten's Urteil (Das ind. Phytoplankton, l. c., p. 492).

[7] Vgl. darüber die zusammenfassende Darstellung des bisher Bekannten in Oltmann's Fr., I, l. c., p. 122.

[8] Karsten G., Untersuchungen über Diatomeen, III, l. c., p. 208.

den Schnäbeln zurückzog und wie nach vollendeter Kernteilung eine Trennungslinie in der Mitte der Plasmamasse der Länge nach auftrat. Dabei geht die Kontraktion weiter, zunächst an den am freien Ende auseinander klaffenden Schalen entlang bis zur Kugelform. »Die beiden Tochterzellen liegen dann als freie kugelige Plasmamassen[1] nebeneinander (Fig. 17).« Eine Verschmelzung der Tochterindividuen beobachtete er nie, doch hält er sie wegen der bauchig angeschwollenen Formen, die nun entstehen, für sehr wahrscheinlich.

»Eine mit dem Perizon umgebene Plasmakugel« beobachtete Müller[2] »vor Anlage der Schalen, mit einer anhängenden Mutterzellhälfte bereits von den übrigen Fadenteilen losgelöst«.

Plasmakugeln bilden sich aber besonders in Flüssigkeiten auch bei den farblosen Diatomeen. Es scheint sich somit um Auxosporenbildungen[3] zu handeln. Und doch stimmt zur normalen Auxosporenbildung nicht die Tatsache von der Verschmelzung vieler Individuen, die auch histologisch gestützt zu werden vermochte.

Fig. 22 der Taf. IV stellt ein mit Osmiumsäure fixiertes, mit Gentianaviolett gefärbtes und in monochromatischem Lichte aufgenommenes Plasmodium dar ($V = 500$. t. M; Gv.).

Zwischen dem heller gefärbten Plasmagerüste bemerkt man in der Photographie einen intensiv schwarz gefärbten großen Kern. In manchen Fällen sah man auch zwei große Kerne. Wenn man nun weiß, wie schwer der Kern der einzelnen normalen Diatomee zu färben und sichtbar zu machen ist und vergleicht, wie außerordentlich klein er ist gegenüber diesem relativen Riesenkerne, wird man in seiner Bildung und Größe eine Bestätigung mehr sehen[4] für die Fusion von Diatomeenindividuen bei der Bildung der Plasmodien.

Auffallend bleibt aber die Vereinigung von Diatomeen zu Plasmodien ohne echte Auxosporenbildung immer noch. Für die Erklärung dieser Erscheinung findet man in der Algologie das Analogon nicht, wohl aber dürfte sie sich durch Heranziehung gewisser neuester Untersuchungen auf dem Gebiete der Mykologie finden lassen.

Bekanntlich hat uns Blakeslee[5] in jüngster Zeit mit der Zweigeschlechtigkeit der Mucorineen bekannt gemacht; er nannte wegen seiner schwächlichen Eigenschaften den einen den Minus —, den andern den positiven, + Mucor, und konnte feststellen, daß nur beim Impfen beider auf ein und dieselbe Schale Zygosporen entstanden, aus denen nachher kräftige, weil durch Geschlechtsakt entstandene, Pilze hervorgingen. Kultivierte er aber jeden Mucor allein, so bemerkte er bald an dem — Mucor auffallende Degenerationserscheinungen, die erst verschwanden, wenn er den + Mucor zu dem degenerierten impfte und so durch Kopulation Regenerationserscheinungen hervorrief.

Nun erfolgt doch wohl normalerweise die Regeneration der Diatomeen durch echte Auxosporenbildung, also einen Geschlechtsakt. Die reingezüchteten Diatomeen, insbesondere die der zweiten Reinzucht sind aber alle zweifellos Kinder je einer Urahne, also entstanden durch Teilung und

---

1 Von mir gesperrt.

2 Müller O., Pleomorphismus, Auxosporen und Dauersporen bei *Melosira*-Arten. Pringsh. Jb. f. w. B., 1906, Bd. 43, H. I, p. 72.

3 Benecke W., I (l. c., p. 565) versuchte es übrigens auch, durch Wechsel der Temperatur, der Beleuchtung, Einwirkung direkten Sonnenlichtes usf. Auxosporenbildung bei der *Nitzschia putrida* hervorzurufen, doch ohne den gewünschten Erfolg.

4 Es sei hier noch besonders hervorgehoben, daß die Ansicht über die Entstehung des beschriebenen Riesenkernes vorläufig durch gar nichts anderes als den Zusammenfluß der Plasmamassen gestützt ist. Es ist also ebensogut möglich, daß die Kerne aller anderen zum Plasmodium vereinigten Diatomeen zugrundegegangen sein können und bloß ein Kern hypertrophierte. Jedenfalls wird man bei Betrachtung insbesondere der Fig. 22 auf Taf. IV an Tischler's interessante Riesenzellen aus den Älchenwurzelgallen von *Circaea lutetiana* erinnert, so daß man geneigt ist, das Plasmodium als Riesenzelle aufzufassen, die ihre sämtlichen Nachbarn aufgezehrt hat. Auch möchte ich hier noch auf die unzweifelhaft ins Auge springenden Relationen zwischen Kern- und Zellgröße verweisen, wie sie uns aus den Untersuchungen von Gerassimoff, Strasburger, Hertwig, Driesch und Chambers bekannt sind. (Literatur vgl. Küster E., Pathologische Pflanzenanatomie, l. c., p. 128 und Chambers R., l. c., p. 659—661).

5 Blakeslee A. F., Sexual Reproduction in the *Mucorineae*. Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences, XL, 4, 1904. Ausführliches Referat Nat. Rundschau 1905, XX. Jahrg., p. 107.

Vergrößerung ein und desselben Protoplasmas, mit anderen Worten, alle aller Wahrscheinlichkeit nach[1] vom selben Geschlechte. Dabei bleibt es natürlich gleichgültig, ob wir sie positiv oder negativ, männlich oder weiblich, heißen wollen. Das Maßgebende wäre der gemeinsame Ursprung.

Jedenfalls gelang es mir nie, durch Impfung von Individuen der ersten zu anderen der ersten oder zweiten Reinzucht echte Auxosporen zu erzielen. Es ist nun nicht unmöglich, daß die Diatomeen durch Zucht derzeit an jenem Punkte angelangt sind, wo sie aus inneren Ursachen zum normalen Geschlechtsakte, der Auxosporenbildung, neigen. Nun würde aber der andersgeschlechtige Partner fehlen und so »kopulieren« die gleichgeschlechtigen untereinander, fließen zusammen und bilden jene abnormen plasmodienartigen Massen, die man somit als falsche Geschlechtsbildungen oder Pseudoauxosporen bezeichnen könnte.

Pseudoauxosporen wären also Plasmodien, die durch Fusion gleichgeschlechtiger Diatomeen entstünden und wären damit unterschieden von den echten Auxosporen, die sich aus der Verschmelzung zweier verschiedengeschlechtiger Diatomeen herleiten und auch zu unterscheiden sein würden von den ungeschlechtlichen Auxosporen oder von Auxosporen mit reduziertem Geschlechtsakt, die Miquel[2] bei *Nitzschia Palea* und Karsten[3] bei *Synedra affinis* Ktzg. u. a. auffand, die ich zum Unterschiede als Parthenoauxosporen bezeichnen möchte.

Die Sache wäre natürlich mit einem Schlage entschieden, wenn man den anderen Elter in Reinkultur bekäme. Vorläufig besitze ich ihn nicht, denn alle Zusammenimpfungen von Formen der verschiedenen Reinzuchten mißglückten, wie gesagt, stets.

Die Ansicht, daß die plasmodienartigen Massen mit der Auxosporenbildung, also dem Geschlechtsakte, in irgend einem Zusammenhange stehen, dürfte aber auch noch dadurch eine Stütze erfahren, wenn gezeigt würde, daß bei anderen Algen dem Geschlechtsakte auch plasmodienartige Stadien vorausgehen.

So wiesen Klebs[4] und Luther[5] für eine ganze Anzahl Grünalgenschwärmer amöboide Stadien vor der Kopulation nach. Oltmanns[6] ergänzte diese Befunde bei *Tribonema (Conferva).* Pascher[7] zeigte das Gleiche für *Draparnaldia*[4]-Gameten und beobachtete nach privater Mitteilung, daß auch bei der Makrozoosporenbildung bei *Aphanochaete* amöboide Zustände vorkämen. Stahl[8] hat bei *Vaucheria geminata* etwas ganz Ähnliches beschrieben Er hat den Zerfall des Plasmas der Zysten in Klümpchen und amöboide Bewegungen des austretenden Plasmas gesehen, wenn es sich dabei nicht etwa um Parasiten handelt, wie Lotsy[9] meint. Es kommen somit ganz zweifellos bei den Grünalgen amöboide Zustände vor, weshalb es uns nicht zu wundern braucht, daß auch die farblosen Diatomeen unter Umständen ähnliche Erscheinungen aufweisen können. Und da nun gerade diese gewissen amöboiden Umlagerungen bei den Grünalgen oft während der Geschlechtsperiode auftreten, so würde auch hier die Nähe derselben anzunehmen sein und damit die Ansicht von der Pseudoauxosporenbildung gestützt werden.[10]

---

[1] Denn nach unseren Erfahrungen liefern im allgemeinen, den Fall der seitlichen Kopulation bei *Spirogyra tenuissima* vielleicht ausgenommen, männliche Pflanzen männliche, weibliche wieder weibliche Individuen.

[2] Miquel P., Octobre-Novembre 1892, l. c., p. 27.

[3] Karsten G., Untersuchungen über Diatomeen, II, l. c., p. 33.

[4] Klebs G., Die Bedingungen der Fortpflanzung bei einigen Algen und Pilzen. Jena 1896, Verlag von G. Fischer. *Conferva* p. 349, *Draparnaldia* p. 420.

[5] Luther A., Bih. till. kgl. svenska Vet. Akad. Handl. 1899. XXIV, 3, N. 13.

[6] Oltmanns Fr., l. c., I, p. 21.

[7] Pascher A., Kleine Beiträge zur Kenntnis unserer Süßwasseralgen, I, »Lotos«, 1904, p. 165. — Studien über die Schwärmer einiger Süßwasseralgen. Bibliotheca Botanica. Orig. Abh. Stuttgart 1907, p. 52.

[8] Stahl E., Über die Ruhestände von *Vaucheria geminata.* Bot. Zeitung, 37. Jahrg., 1879, p. 132, 135, hier auch Literatur über den Gegenstand, p. 136.

[9] Lotsy J. P., Vorträge über botanische Stammesgeschichte. I. Bd. Jena 1907. Verl. v. G. Fischer, p. 80.

[10] Vgl. auch Lang A., Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Echinodermen und Enteropneusten. Jena. 1894. Verl. v. G. Fischer: Protozoen, p. 3. Hier vgl. auch die Literatur p. 21. So hat Hertwig bei *Heliozoen* Plasmodienbildungen gesehen.

Die experimentelle Erzeugung von Plasmodien.

Selbst wenn man sich mit der Erklärung der Plasmodien als Pseudoauxosporen völlig befreundet hat, so bleibt es trotzdem nicht recht verständlich, warum ganze Diatomeenmassen, ganze Kolonien plötzlich in Plasmamassen umgewandelt werden, die später freilich mitunter zerreißen. Man würde zunächst doch bloß an vereinzelte an die Grenze der Teilungsmöglichkeit gelangte Diatomeen zu denken geneigt sein, die kleine Plasmen, im besten Falle Konjugationsbildungen von zwei bis drei Individuen bilden würden.

Bei diesen Bedenken kam nun ein Versuch gerade zurecht, der über die Entstehungsweise der Plasmodien wesentliche Aufschlüsse bot und den Beweis erbrachte, daß es der Experimentator derzeit tatsächlich in der Hand hat, Plasmodienbildung künstlich hervorzurufen. Es handelt sich um den Versuch vom 15. und 17. Mai 1908, dessen genauere Beschreibung im II. Kapitel[1] nachgesehen werden mag. Die meisten Kolonien des KNO_3-Teilversuches zeigten fast völlige, einige völlige Umwandlung in Plasmamassen. In der Tabelle I wurde durch die Buchstaben Pl. das Auftreten der Plasmodien, die in den Kolonnen mit 0·5% und 1% ClNa eine besonders mächtige Ausbildung erreichten, vermerkt. Auch im Milchversuche mit 2% und 3% ClNa traten Plasmodien reichlich auf, wodurch eine ältere Erfahrung über die Möglichkeit, Plasmodienbildung auf 2% ClNa M S A. mit Milchzusatz hervorzurufen, bestätigt wurde.

Daß es sich hier wirklich um eine künstliche Beeinflussung der Diatomee im Sinne der Plasmodienbildung handelte, bewies der I. Teilversuch mit Leuzinzusatz, bei dem nach der zehntägigen Versuchszeit am 27. Mai und, wie ich gleich hinzufügen will, auch nach 30 Tagen am 16. Juni 1908 nicht eine Spur einer Umwandlung der Diatomeen zu bemerken war.

In dem KNO_3-Teilversuche kam der C als Agar, der N in Form des Nitrates in Anwendung bei gleichzeitiger Herabsetzung des Na-Gehaltes im Nährmedium. Daraus aber würde folgen, daß der Experimentator durch Modifikation dieser drei Faktoren in den Stand gesetzt ist, Plasmodien hervorzurufen, wogegen auch das Ergebnis des Milchversuches nicht sprechen würde.

Immerhin glaube ich, dürften die weiteren Erfahrungen noch eine allgemeinere Fassung zulassen. Darauf deutet das Ergebnis des p. 22 [676] beschriebenen Si-Versuches, dessen »Impfung mit Plasmodienmaterial« zum Vergleiche herangezogen werden soll. Wie Tabelle 1 lehrte, war es hier in den ersten zehn Tagen des Experimentes in den $Si\,O_2$-»freien« Kölbchen zu gar keiner Entwicklung gekommen, während die Diatomeen in den Kölbchen mit $K_2\,Si_2\,O_5$-Zusatz üppig gediehen.

In der zweiten Woche traten auch in den »kieselsäurefreien« Kölbchen vereinzelte Kolonien auf, so daß sich makroskopisch das Bild etwas verwischte. Untersuchte man diese Kolonien aber mikroskopisch, so fand man in der »kieselsäurehältigen« Nährlösung nur die Var. *lata*, in der »kieselsäurefreien« fast nur Plasmodien. Danach wäre der Schluß berechtigt, daß auch $Si\,O_2$-Mangel Plasmodienbildung veranlassen kann. Das klänge um so wahrscheinlicher, als zu den verwendeten Agar- und Gelatinenährböden Si nie absichtlich zugesetzt wurde und bei der rapiden Teilungsgeschwindigkeit[2] die Diatomee auf Triest. Meerw. PDA. trotz der im Substrate stets vorhandenen Kieselsäure doch an Si-Hunger erkranken und so zu den abnormen Bildungen hätte veranlaßt werden können.

Im Hinblick auf die Notwendigkeit des $Si\,O_2$ [3] für die braunen Süßwasserdiatomeen dürfte sich das $Si\,O_2$ auch für die *Nitzschia putrida* endgültig als notwendig herausstellen und das um so mehr, wenn man das Verhalten der Plasmodien zur Diatomeenmembran [4] vergleicht. Da nun Na, N und C schon als notwendig erkannt sind, kann man wohl das Ergebnis der eben mitgeteilten Erfahrungen dahin verallgemeinern, daß man sagt: Der Mangel oder die ungünstige Darbietung eines oder mehrerer not-

---

[1] Siehe Kapitel II, p. 11 [667].

[2] Siehe Kapitel XIII, 1, p. 61 [717].

[3] Richter Oswald, I, l. c., p. 6 [32].

[4] Siehe Kapitel XVI, 6, p. 83 [739].

wendiger Nährstoffe ruft Plasmodienbildung bei der *Nitzschia putrida* hervor, weshalb die Plasmodienbildung nicht nur als eine »Alterserscheinung« anzusehen wäre. Damit aber wären die Plasmodien wie alle früheren Formen als Ernährungsvariation gedeutet, was um so zweckentsprechender erscheint, als gerade die typische Form des Na-Mangels, die Var. *gomphonemiformis*, die Vorläuferin der Plasmodien ist. Und schließt nun die neue Auffassung die erste Deutung aus? Klebs[1] insbesondere hat durch seine umfassenden Versuche den Beweis erbracht, daß Nahrungsmangel bei Algen und Pilzen die Kopulationstendenz erhöht. Hier wirkt Nahrungsmangel auf die Diatomeen ein. Wäre ihnen nun schon durch die lange Zucht die Tendenz der Kopulation eigen, so könnte diese durch den Entzug der Nährstoffe ganz plötzlich akut werden; der andersgeschlechtige Partner fehlt, es konnte also nicht zu echter Auxosporenbildung kommen und das Surrogat der Pseudoauxosporen[2] wäre das Ergebnis.

Wir sehen also, daß sich die beiden geäußerten Anschauungen nicht nur nicht ausschließen, sondern geradezu unterstützen, so daß es gar nicht unmöglich ist, daß beide Faktoren zugleich Nahrungsmangel und Kopulationstendenz, also äußere und innere Ursachen zusammenwirken können, um jenes klare Ergebnis zu liefern, dessen im vorstehenden gedacht wurde. Es könnte aber auch so sein, daß bei den alten Kulturen ohne Variation der Zusammensetzung des Nährbodens die inneren Ursachen allein, in den jüngeren Versuchen aber, wo die Plasmodien die Diatomeen förmlich aufzuzehren scheinen, die äußere Ursache allein wirken.

Überimpfungsversuche mit Plasmodienmaterial.

Der tägliche Verfolg des photographierten Plasmodiums (Fig. 24, Taf. IV), das schließlich eines Tages zerplatzt erschien, machte nicht viel Hoffnung auf ein gutes Gelingen von Überimpfungsversuchen. Schon mit dem ersten Plasmodiummaterial wurden solche Experimente gemacht. Die Frage war doch zu lockend, nachzusehen, was denn aus diesen Plasmodien würde. Bei einer großen Anzahl derartiger Versuche tauchten plötzlich die schon an anderer Stelle[3] beschriebenen Individuen der Var. *longa* auf, deren Auftreten als Parthenoauxosporenbildung oder als spontane Variation gedeutet wurde.[4] Bei anderen Impfungen blieb es bei der Koloniebildung jener winzigen Diatomeen, die unvermeidlich mit den Plasmodien mit übertragen werden.

Es mag hier einer der letzten Versuche nach dieser Richtung beschrieben werden:

Ausgangsmaterial: Plasmodienmaterial von 2% ClNa MSA. + 0·5% P. + 0·5% D. vom 20. Mai 1908.

Substrat: Triest. Meerw. PD.; die Impfung erfolgte am 21. Mai 1908.

Am 27. Mai massenhafte Entwicklung der Var. *parva*, zwischen deren Individuen bereits reichliche Plasmodien zu sehen sind. In der Folge nahm die Plasmodienbildung zu.

Nun war die heikle Frage stets die: Waren diese Plasmodien Abkömmlinge der überimpften, oder vielmehr, was bedeutend wahrscheinlicher klingt, wieder Pseudoauxosporen der eben gebildeten winzigen Diatomeen?

Es ist klar, daß der Frage nach der Fortdauer und dem Verhalten von Plasmodien nur beizukommen sein wird, wenn man völlig reine Plasmodien in der Ein- oder Mehrzahl wird überimpfen können.

Diese Möglichkeit bot sich mir bisher nicht. Dafür hat das Überimpfen der Plasmodien auf ein 2% ClNa LA. mit $K_2Si_2O_5$-Zusatz das interessante Ergebnis gehabt, daß sich die Plasmodien mit einer derben Haut umgaben. Da die Details dieses Versuchs bereits erörtert und die Beziehungen

---

1 Klebs, Die Bedingungen der Fortpflanzung usf., l. c.

2 Siehe p. 100 [756].

3 Siehe p. 96 [752].

4 Siehe p. 100 [756].

der Versuchsergebnisse zur Plasmodienfrage eingehend behandelt sind, mag hier auf diese Ausführungen [1] kurz verwiesen sein.

Anhang.

Anhangsweise möchte ich an dieser Stelle nochmals auf Miquel's [2] Feststellung von der Verkleinerung der Schalendicke in ihrem möglichen Zusammenhange mit der Plasmodienbildung zu sprechen kommen.

Miquel fand, wie erwähnt, daß sich die Dicke des Gürtelbandes nach einer arithmetischen Progression um ein Stück verkleinert, das er mit $\frac{a-a_1}{n}$ bezeichnet (vgl. über die Bedeutung der Buchstaben p. 66 [722]). Wenn nun auch diese Größe bei unserer Diatomee unmeßbar klein ist, so muß sie doch allmählich zur Vernichtung des Gürtelbandes führen und das desto rascher, je dünner es ist, so daß es naheliegt, den Moment des Eintretens der Plasmodienbildung zu identifizieren mit dem des Aufbrauches der Gürtelbänder, wodurch er auch gewissermaßen mathematisch bestimmt werden könnte, falls das x bei der farblosen *Nitzschia* je ermittelt würde.

Dadurch, daß die Gürtelbänder gelöst würden, wären die Diatomeen notgedrungen auf ein Ausschlüpfen aus ihren Hüllen angewiesen und der Anstoß zu einer ganz neuen Form der Lebensweise, eben der der Vergesellschaftung in Plasmodien, wäre gegeben.

---

1 Siehe Kapitel XVI, 6, p. 83 [739].

2 Miquel P., Octobre-Novembre 1892, l. c., p. 3; siehe Kapitel XIII, p. 63, 66 und 68 [719, 722 und 724].

XX. Über die Abhängigkeit der Kolonieform von der Form der Individuen.

Wir haben eben gesehen, daß die *Nitzschia putrida* wie kaum ein anderer Organismus variiert. Es soll nun noch auf eine Erscheinung eingegangen werden, die bei der Tragweite der aus ihr sich ergebenden Folgerungen auch für den Bakteriologen [1] nicht ohne Interesse sein dürfte.

Die Abhängigkeit der Kolonieform von der Form der Individuen.

Ein Blick auf die Photographien Fig. 20 und Fig. 23, Taf. IV, belehrt in diesem Falle besser als viele Worte. Fig. 23 ist ein Bild einer Kolonie von Var. *longa,* Fig. 20 eines der Var. *naviculaeformis* von Agarausgußplatten, beide direkt ohne Färbung bei 30facher Vergrößerung aufgenommen.

Die erste Photographie könnte man, wäre nicht ausdrücklich erklärt worden, es handle sich um eine Aufnahme einer *Nitzschia putrida*-Kolonie, für eine photographische Wiedergabe einer Kolonie der *Nitzschia Palea* (Kütz.) W. Sm. halten, so ähnlich sehen die Kolonien der farblosen Diatomee auf Agar denen der braunen Süßwasser-*Nitzschia.* [2]

Ebenso wäre man geneigt, unter Heranziehung der Fig. 5 *b* und 2 der zitierten Arbeit die zweite Photographie für die photographische Wiedergabe einer Kolonie der *Navicula minuscula* Grun. zu erklären.

Damit ist aber auch gleich der springende Punkt aufgedeckt: Wir brauchen nur die früher [3] angeführten Variationsformen der *Nitzschia putrida* in zwei, beziehungsweise drei Typen zu sondern:

1. den *Nitzschia*-Typus, umfassend die Var. *gigas* und *longa,*
2. den *Navicula*-Typus, umfassend die Var. *parva, lata, cornuta* und *siliginea,*
3. den *Gomphonema*-Typus, umfassend die Var. *gomphonemiformis,*

um die Abhängigkeit der Kolonieform von der Gestalt der Individuen sofort zu begreifen.

Zu den genannten Typen kann dann noch als vierter und letzter der Plasmodientypus treten, der anschließend an die genannten eine eigene Behandlung finden wird.

1. Der *Nitzschia*-Typus. (Vgl. Fig. 1, Taf. I, in Eprouvette 3% ClNa; Fig. 8, Taf. III; Fig. 15, 21 und 23, Taf. IV.)

Im Zustande der Var. *gigas* und Var. *longa* befindet sich die *Nitzschia putrida* auf dem Höhepunkte ihrer Bewegungs- und Leistungsfähigkeit. Eben geteilte Individuen werden nicht lange beisammen bleiben, sondern sich rasch aneinander vorbeischieben, wobei ihnen ihre große Beweglichkeit und die ihnen innewohnende Bewegungsenergie gewiß außerordentlich zustatten kommen mag. Weder die Gelatine noch das derbere Agar scheinen den leicht beweglichen Nitzschien unüberwindbare Hindernisse zu sein. Tief eingeschnittene Furchen, denen vergleichbar, die man bei der Zucht der *Nitzschia Palea* auf Agar bemerkt, [4] geben von ihrer Wanderlust Zeugnis. [5] Lag ein Individuum, das durch Teilung der Ausgangspunkt einer Kolonie werden sollte, im Agar, so muß der den durch die Teilung entstandenen Individuen innewohnende Wandertrieb und das durch ihn bedingte Aneinandervorbeischieben bei ganz jungen, aus wenigen Exemplaren bestehenden Kolonien die Strich-, bei älteren die Strahlenform bedingen, wie sie uns die Fig. 23, Taf. IV tatsächlich zeigt. Haben die Nitzschien bei ihrem Streben zur Oberfläche diese endlich erreicht, so ist kein Widerstand mehr vorhanden, der sie zwänge, die durch die Lage des ersten Individuums und durch den Nachschub der neuen Teilungsindividuen infolge Lockerung des Nährsubstrates gegebene

---

[1] Vgl. hierzu die Erfahrungen der Bakteriologen, die p. 92 [748] angeführt sind und die in Kruse W., I., l. c., p. 482 ergänzt werden mögen.

[2] Richter Oswald, II, l. c., Taf. XXVII, Fig. 5 *a*, 1 und 7.

[3] Siehe p. 91 [747].

[4] Richter Oswald, II, l. c., p. 502.

[5] Siehe Kapitel X *b*, p. 43 [699], und XIV, p. 76 [732].

Richtung einzuhalten. Sie verbreiten sich also radiär nach allen Richtungen auf der Oberfläche und liefern mehr minder kreisförmige Oberflächenkolonien von nicht unbeträchtlichem Durchmesser, wie sie in Fig. 8, Taf. III dargestellt worden sind. Es braucht wohl kaum betont zu werden, daß bei oberflächlicher Lage des Ausgangsindividuums gleich diese Kolonieformen entstehen.

Insbesondere wegen der so charakteristischen Zwickelgestalten der submersen Kolonien, deren Entstehung sich vermutlich durch das Nachgeben des Substrates in einer auf der ursprünglichen Erstreckungsrichtung der Kolonie senkrechten Richtung erklärt, war nun der *Nitzschia*-Typus geeignet, den Einfluß äußerer Verhältnisse auf diese Kolonieform zu studieren.

Einfluß der Agarkonzentration auf die Kolonieform des *Nitzschia*-Typus.

Da mir wiederholt auffiel, daß bei Verwendung von schon etwas länger stehendem 1·8% Agar, dessen Wassergehalt somit durch Verdampfung bereits stark herabgemindert worden war, die Kolonien bedeutend mehr Zwickelformen zeigten als bei frischem 1·8% Agar und daß in noch niederprozentigem, etwa 1%, gar keine Zwickelformen zu sehen waren, machte ich am 27. Februar und am 14. März 1907 direkt Versuche, die darauf abzielten, den Einfluß der Agarkonzentration auf die Zwickelbildung der Kolonien festzustellen.

Es kam Triest. Meerw. PD. in Verwendung, zu dem 1·8, 2 und 2·5% Agar zugesetzt wurden.

Jeder Versuch bestand aus 3 × 3 Schalen, also je drei für jede Agarkonzentration. Die Geschichte des Impfmaterials für den I. Versuch: 22. Februar → 27. Februar; für den II. 22. Februar → 27. Februar → 14. März.

Das Ergebnis des I. Versuches am 14. März mag ausführlich mitgeteilt sein.

1·8% Agar:	Schale 1—3	submerse eingesenkte Kolonien: rund,	Oberflächenkolonien: flach ausgebreitet.
2% »	» 1	submerse Kolonien: rund;	» » »
	» 2	» » zwickelförmig;	» » »
	» 3	» » » , aber auch rund;	» » »
2·5% »	» 1—3	» » » , » » »	» » »

Bei dem Versuche vom 14. März entstanden auch im 2·5% Agar durchwegs die typischen Zwickel in allen Schalen.

Aus diesen Experimenten dürfte hervorgehen, daß die physikalische Beschaffenheit des Nährsubstrates einen wesentlichen Einfluß auf die Koloniebildung des *Nitzschia*-Typus hat, indem proportional zur Konzentration und dem damit wachsenden Widerstande des Nährsubstrates, die Zwickelbildungen der submersen Kolonien zunehmen.

Immerhin möchte ich nicht raten, etwa stets 2·5% Agar zu verwenden, weil es sich nämlich sehr unangenehm mit diesem schwer flüssig zu machenden und ungemein rasch erstarrenden Agar arbeiten läßt. Auf die Oberflächenkolonien hat, wie die Versuchsergebnisse zeigen, die Konzentration des Agars keinen Einfluß. Das ist leicht verständlich, da Kondenswasser auf jeder Agarplatte vorkommt und dessen Eigenschaften stets die gleichen bleiben. Endlich sei daran erinnert, daß sich bei der *Nitzschia Palea* eine ähnliche Abhängigkeit[1] von der Konzentration des Agar nachweisen ließ wie bei dem *Nitzschia*-Typus der farblosen Diatomee. Daher glaube ich, daß in diesen Unterschieden in der physikalischen Beschaffenheit des Nährbodens hauptsächlich der Unterschied zwischen den submersen und Oberflächenkolonien als solchen gelegen ist, womit natürlich nicht gesagt sein soll, daß vielleicht ein Einfluß des Sauerstoffes und anderer Faktoren ausgeschlossen wäre. Auch sei auf das oft zonenweise Wachstum verwiesen, das an ähnliche Erscheinungen bei Pilzen[2] erinnert und mit den Ausscheidungen der Diatomeen selbst zusammenhängen mag.[3] (Vgl. Fig. 8, Taf. III.)

Einfluß von Giften auf die Kolonieform des *Nitzschia*-Typus.

Es sei hier nochmals kurz auf die Versuche über Oligodynamie[4] zurückgekommen und auf die Photographie Fig. 9, Taf. III verwiesen. Bei der genauen Betrachtung dieses Bildes wird man insbesondere

---

1 Richter Oswald, II, p. 503.

2 Knischewsky Olga, »Tagesringe« bei *Penicillium luteum*, Ber. d. d. b. Ges., 1908, Bd. XXVI*a*, H. 9, p. 649.

3 Siehe Kapitel X*d*, p. 44 [701] und XIII, 1, p. 59 [713].

4 Siehe Kapitel IX, p. 38 [694].

bei den Zwickelformen ganz deutlich eine völlig einseitige Ausbildung bemerken, und zwar sind die Zwickel gegen die Hellermünze nicht, stark dagegen auf die andere Seite ausgebildet. Die einfachste Erklärung ist wohl die folgende: Gewiß hatten die durch Teilung entstehenden Diatomeen die Tendenz, die Kolonie hierhin und dorthin völlig gleichmäßig zu entwickeln, nun starben aber alle Individuen, die sich über den Rand der Giftzone der Münze hinauszuschieben wagten, ab, konnten sich also nicht mehr weiter teilen; ein derartig hemmender Faktor findet sich auf der Gegenseite nicht, hier konnte somit die üppigste Ausbildung der Kolonie erfolgen und das Ergebnis mußte eine einseitige Entwicklung der Kolonie sein.

Einfluß des ClNa-Gehaltes auf die Kolonieform des *Nitzschia*-Typus.

Die neueren Experimente über den Einfluß des Kochsalzgehaltes im Nährmedium auf die Ernährung der *Nitzschia putrida*[1] haben den Beweis erbracht, daß auch die Gestalt des Individuums von dem Mangel an Na beeinflußt wird, so daß auf 0·5% und 1% ClNa ganz plötzlich der III. Typus, die Var. *gomphonemiformis,* dominierend auftritt oder sind die Plasmodien vorwiegend zu sehen; da aber, wie oben angedeutet und nun noch eingehend zu erörtern ist, diese Typen ihre besonderen Gestalten haben, die Gestalten der Individuen aber die Kolonieform beeinflussen, muß es auf ClNa-armen Boden zu veränderten Kolonieformen kommen, was sich auch besonders schön in der Fig. 1, Taf. I, und Fig. 2, Taf. II, ausprägt. Wir haben es also bei dem Einfluß von Kochsalz auf die Kolonieform des *Nitzschia*-Typus der farblosen Diatomee mit einer indirekten Beeinflussung zu tun.

2. Der *Navicula*-Typus. (Vgl. Fig. 13, Taf. III; Fig. 20, Taf. IV.)

Die Individuen dieses II. Typus haben gegenüber dem ersten bedeutend an Beweglichkeit eingebüßt. Schieben sie sich aneinander vorbei, so geschieht es nur noch auf geringe Strecken, wovon auch die bei den Oberflächenkolonien noch immer vorkommenden Bewegungsbahnen, die lange nicht mehr so weit ins Agar vorstoßen, beredtes Zeugnis geben. Weil sie sich nun nicht mehr so weit voneinander entfernen, kommt es zu einer Häufung der Individuen in der Kolonie, die das Zentrum, insbesonders wenn es submers ist, im Mikroskop fast schwarz erscheinen läßt. Gewiß spielt dabei die Dichte des Agars im Inneren der Ausgußplatte wieder eine entscheidende Rolle. Sowie nämlich die Kolonie die Oberfläche erreicht hat, beginnt eine kreisförmige Ausbreitung, die Kolonieformen bedingt, welche den Oberflächenkolonien des *Nitzschia*-Typus sehr ähnlich, aber doch selbst makroskopisch leicht zu erkennen sind, weil sie in gleichalten Kulturen nie den Durchmesser der *Nitzschia*-Typuskolonien erreichen. Schreitet die Degeneration der Diatomeen noch weiter fort, so hört die Bewegung der Diatomeen ganz auf, Tochterindividuum bleibt beim Mutterindividuum liegen, es entstehen geldrollenartige Reihen, wie sie die *Navicula minuscula* auf Gelatine gezeigt hat.[2] Selbstverständlich sind diese Reihen nur an der Peripherie der Kolonie völlig deutlich, da sie sich im Innern vielfach gefaltet übereinanderschieben und so ein wirres unauflösbares Durcheinander erzeugen (Var. *naviculaeformis*). In diesem dichten Haufen mag es denn auch vorkommen, daß die eine einer anderen Diatomee in die Flanke stößt, dadurch die gedrückte Flanke im Wachstume hemmt, während deren nicht gedrückte Flanke weiterwächst. Die neuentstandene Diatomee fixiert dieses Charaktermerkmal durch einige Generationen, es entsteht die Var. *siliginea,* die in ihrer Kolonieform nicht wesentlich von dem *Navicula*-Typus abweicht. War es nur zu hornartigen Vorwachsungen gekommen und nicht zur Ausbildung von Kipfelformen, so bleibt auch der gleiche Teilungsmodus und das gleiche Verhalten in der Kolonie erhalten, so daß auch bezüglich der Var. *cornuta* nichts Wesentliches hinzugefügt werden kann.

3. Der *Gomphonema*-Typus. (Vgl. Fig. 1, Taf. I, und Fig. 27, Taf. IV.)

Die Kolonien des III. sind von denen des II. Typus makroskopisch nicht zu unterscheiden, mikroskopisch erscheinen sie mehr radiär gebaut. Die Var. *gomphonemiformis* ist nämlich ausgezeichnet durch die ausgesprochendste Ähnlichkeit mit einem Dreiecke. Sie entsteht bei Na-Mangel auf sogenanntem MSA.,

---

1 Siehe Kapitel II, p. 13 [669].

2 Richter Oswald, II, l. c., Fig. 6*b*.

also bei ungenügender C- und nicht besonders geeigneter N-Nahrung. Es ist selbstverständlich, daß bei der stets erfolgenden Neueinschaltung radiärer Teilungswände die Oberflächenkolonien kreis-, die submersen kugelförmig werden müssen. Geradezu ausgezeichnet geeignet war für die Demonstration der Abhängigkeit des *Gomphonema*-Typus vom ClNa-Gehalte der Versuch vom 17. Mai 1908,[1] bei dem die Var. *gomphonemiformis* auf dem KNO_3-MSA. auftrat. Sie kam von 0·3% ClNa an bei allen Prozentsätzen des Cl Na vor, alleinherrschend wurde sie aber erst von 0·5% ClNa abwärts. Benutzte man entsprechende Neutralrotlösungen gleicher Kochsalzkonzentration, so bekam man von den Diatomeen dieser Gestalt auch vorzügliche Präparate mit ausgesprochener Vitalfärbung. Der Versuch vom 17. Mai steht auch, wie die Tab. I zeigt, in sehr gutem Einklang mit dem dritten und vierten Versuche aus dem Jahre 1906, wo auch in einer ganzen Anzahl von Teilversuchen auf 1% ClNa der *Gomphonema*- einschließlich des *Navicula*-Typus erzielt wurde. Dieser Befund stellte außer Zweifel, daß die Bildung der abnormen Gestalten echte Ernährungsvariationen[2] sind und daß es der Experimentator heute in der Hand hat, sich wenigstens diese Form rasch und sozusagen spielend zu verschaffen.

Es ist nun gar nicht uninteressant, sich über die Menge Na klar zu werden, die nur mehr die Ausbildung des *Gomphonema*-Typus gestattet. Es reichen 0·0097 *g* Na nicht mehr zur Entwicklung der normalen Diatomeen und den Formen des II. Typus, dagegen stellen sie ein Optimum für den III. Typus dar.

Hält man die Var. *gomphonemiformis* längere Zeit bei der gleichen niedrigen ClNa-, beziehungsweise Na-Konzentration, so werden die Membranen zwischen den benachbarten Diatomeen gelöst, wodurch es zu Kolonien von Kugel- und Halbkugelform kommen muß; es entsteht:

4. Der Plasmodien-Typus.

Dabei ist es eine allgemeine Regel, daß er nur bei den Oberflächenkolonien zutage tritt, daß er durch die besonders bei geeigneter Beleuchtung scharf hervortretenden Plasmakonturen mikroskopisch von allen genannten Typen unterschieden ist und daß ihm die den Plasmodien auf- und anlagernden Schalenreste ein so ausgesprochenes Gepräge geben, daß eine Verwechslung mit Kolonien der drei ersten Typen völlig ausgeschlossen erscheint (vgl. Fig. 24, Taf. IV). Es kann dabei, wie gerade Fig. 24 zeigt, zur Verschmelzung zweier, ja auch mehrerer derartiger Kolonienplasmodien kommen.

Diese Ausführungen dürften als Beleg dafür genügen, daß tatsächlich Kolonieform und Gestalt des Individuums in einem ursächlichen Zusammenhange stehen, und zwar entweder mittelbar (I. Typus) oder unmittelbar (II.—IV. Typus). Mittelbar deshalb, weil die an die betreffende Gestalt geknüpfte Eigenschaft der Individuen (Energie, Beweglichkeit etc.) bei der Kolonie vorwiegend maßgebend sind; unmittelbar, weil die betreffende Gestalt des Individuums eine andere als die beobachtete Kolonieform überhaupt nicht zulassen würde (vor allem der III. und IV. Typus).

Warum, fragt man sich nun unwillkürlich, ist diese Beziehung zwischen den genannten Faktoren bisher so wenig beachtet geblieben?

Der Hauptgrund ist wohl der, daß es an dem geeigneten Versuchsobjekte mangelte, das mit der genügenden Teilungsgeschwindigkeit die genügende Variationsfähigkeit bei gleichzeitig vorhandener ausreichender Größe verband. Alle diese Eigenschaften besitzt aber die *N. putrida*, deshalb eignete sie sich auch so sehr zu derartigen Experimenten, und man wird in Anbetracht der Ausführungen von Kruse[3] gut tun, um sich vor Irrtümern zu bewahren, auch bei den Bakterien stets auf die Abhängigkeit der Kolonieform von der Bakteriengestalt genau zu achten und auf Grund der Erfahrungen an der *N. putrida* nur jene Beschreibungen von Kolonien als maßgebend anzusehen, die auf Beobachtungen an völlig gesunden und frisch gezüchteten Individuen fußen.

---

1 Siehe Kapitel II, p. 11 [667], Tab. I, VII. Versuch.

2 Siehe Kapitel XIX, p. 95 [751].

3 Kruse W., I, l. c., p. 482.

Es sei hier noch mitgeteilt, daß sich bei der *N. Palea* eine ähnliche Abhängigkeit der Kolonieform von der immer mehr naviculaähnlich werdenden Diatomeengestalt hat nachweisen lassen.

Nach diesen allgemeinen Bemerkungen kann zur Beschreibung der Diatomeenkulturen übergegangen werden.

5. Beschreibung der Kulturen der *Nitzschia putrida* Benecke (Var. *gigas* und Var. *longa*.) Nach Beobachtungen an der II. Reinzucht. Impfung vom 22. November 1906.

Zusammensetzung des Nährsubstrates: Triest. Meerwasser.-P D Gel. beziehungsweise A.

1. Gelatineplatte:

Nach 3 Tagen. Kolonien makroskopisch nicht oder eben noch bei 50facher Vergrößerung deutlich zu sehen. Die Diatomeen ziehen Gänge.

» 6 » Die Kolonien sind makroskopisch sehr deutlich sichtbar und heben sich als weiße Punkte vom dunklen Untergrunde ab. Die submersen Kolonien zeigen Zwickelgestalt oder strahligen Bau,[1] die Oberflächenkolonien sind strahlig.

» 9 » Die Kolonien messen bis 1 *cm* im Durchmesser, sie sind in der Mitte eingesenkt und verflüssigt.

2. Gelatinestrich:

Nach 4 Tagen. Deutlicher, hauchartiger Belag. Die Diatomeen haben die Tendenz, sich strahlenförmig in das Innere der Gelatine hineinzubohren, so daß durch die stellenweise hängen gebliebenen Impfdiatomeen sphäritartige Gebilde, die aus Tausenden von Diatomeen bestehen, erzeugt werden.

» 7 » beginnt die Verflüssigung der Gelatine.

» 9 » fließt die Gelatine bereits teilweise herab und nimmt dabei die Diatomeen mit. Die Verflüssigung schreitet in der Folge weiter vor, bis die gesamte Gelatine verflüssigt ist. Bei alten Kulturen ist die gebildete Diatomeenmasse auf den Eprouvettenboden zusammengesintert und die überstehende Gelatine dünnflüssig wie Bouillon.

3. Gelatinestich:

Nach 4 Tagen. Auf dem Nagel: Deutlicher hauchartiger Belag.

Im Stichkanal: Vereinzelte strahlig ausgebildete Kolonien.

» 7 » Auf dem Nagel: Hat eine derartige Vermehrung Platz gegriffen, ebenso unmittelbar darunter, daß die Verflüssigung beginnt. Oft erfolgt die Entwicklung am besten in einer gewissen Entfernung vom Nagel, was auf die Anpassung der Diatomee an eine bestimmte O-Spannung deutet. (Vgl. p. 35 [691] und Fig. 2, Taf. II.)

Im Stichkanal: Sind die Diatomeen jeder Kolonie zusammengesintert und bilden napfartige Häufchen, die dem Stich ein ungemein charakteristisches Aussehen verleihen.

In der Folge wird die Gelatine weiter verflüssigt und die Diatomeen sintern immer mehr zusammen, bis jene Stichkulturen entstehen, wie sie in Fig. 6, Taf. II, dargestellt sind. Die Sinterbildung hat typische Trichtergestalt (nach 16 Tagen).

4. Agarplatte (Agar 1·8 Prozent):

Nach 4 Tagen. Die Kolonien beginnen sichtbar zu werden. Das Mikroskop zeigt deutlich zweierlei Kolonien: submerse und Oberflächenkolonien. Die submersen bestehen meist aus einer oder zwei miteinander gekreuzt verlaufenden Diatomeenreihen (Zwickelbildungen) oder aus strahligen Anhäufungen von Diatomeen, die fast lichtundurchlässig werden können. Die Oberflächenkolonien zeigen eine Lage von Zellen und kreisförmige Ausdehnung. Die Diatomeen haben Furchen in das Agar gezogen, die meist halbkreisförmig verlaufen, manchmal auch ziemlich radiär vorstoßen.

» 9 » Submerse Kolonien stark entwickelt (siehe Fig. 23, Taf. IV). Die Oberflächenkolonien haben den Durchmesser von 2·5 *cm* erreicht. Häufig bemerkt man in ihnen konzentrische Ringe (vgl. Fig. 8, Taf. III).

» 16 » war der Durchmesser der Oberflächenkolonien 4·3 *cm* bis 4·6 *cm*! In der Folge senken sich die Kolonien infolge Agarlösung ins Agar.

---

[1] Wie die *N. Palea* in Fig. 6 *a* der zitierten Arbeit Oswald Richter's, II.

5. Agarstrich:

Nach 4 Tagen. Beginnende diffuse Entwicklung.
» 7 » Partienweise mit einer dünnen Diatomeenhaut überzogen.
» 9 » Völlig mit der Diatomeenhaut überzogen.

6. Agarstich:

Nach 4 Tagen. Beginnende diffuse Entwicklung auf dem Nagel.
» 7 » Nagel: Ganz oder partienweise mit einer dichten Diatomeenhaut überzogen.
Stich: Die Diatomeen wuchern nach allen Seiten in die Agarmasse vom Stiche weg.
» 9 » Nagel: Völlig überzogen mit Diatomeen.
Stich: Das Bild von früher verstärkt.
In der Folge wird nicht viel an diesem Bilde geändert. Die Diatomeen können schließlich die ganze Agarmasse durchwuchern.

7. Kartoffel in Triest. Meerw. + $K_2Si_2O_5$:

Nach 7 Tagen. Schleimiger Belag auf den Strichen.
» 14 » sind die ganzen Kartoffelscheiben mit dem Diatomeenschleim überzogen.

8. Flüssigkeitskulturen zeigen bei Var. *gigas* und *longa* nach 3 bis 4 Tagen einen hauchartigen Überzug auf dem Boden, der nach 10 Tagen den Boden des Kölbchens bedeckt und sich an den Wänden heraufzieht, in Flüssigkeitskulturen in Eprouvetten wird die Eprouvettenwand mit einer dicken Haut von Diatomeen überdeckt, die Diatomeen der anderen Typen bilden in beiden Fällen »hefenfleck«artige [1] Kolonien auf dem Boden, beziehungsweise an den Eprouvettenwänden.

9. Verhalten der Kolonien auf Gelatine und auf Agar in Gestalt und Größe in makroskopischer Beziehung:

In Gelatine erscheinen die Diatomeen im Anfang etwas gefördert, insbesondere werden die Strahlen der submersen Kolonien in Gelatine reichlicher. In der Folge verhindert die rasche Verflüssigung der Gelatine den weiteren Vergleich.

10. Eigenbewegung:

Muß wegen der reichlich beobachteten Gänge eine recht erhebliche sein, doch ist sie durch die Reibung der Diatomeenschalen an dem festweichen Nährboden so verlangsamt, daß sie direkt nicht gesehen werden kann. In Triester Meerwasser suspendierte Individuen der Reinzuchten beweisen durch ihr rasches Gleiten die Richtigkeit dieser Annahme.

11. Größe der Diatomee:

In Gelatine. 46 µ lang, 4 bis 5 µ breit, Var. *gigas*.
» Agar. Vgl. Tabelle 7 in Kapitel XIII, 3, p. 72 bis 75 [. —], Var. *longa*.

12. Chemische Leistungen:

1. Verflüssigt Gelatine.
2. Löst Agar.

Die gegebene Beschreibung gilt für die Zimmertemperatur von rund 20—23° C und die Herbst- und Wintermonate. Im späten Frühjahr und im Sommer, wo das Optimum der Temperatur, rund 25° [2], vorherrscht, geht die Entwicklung der Diatomee noch weit rapider vor sich.

Nun sollten eigentlich noch die Beschreibungen der Kulturbilder der anderen Varietäten der *N. putrida* folgen, doch glaube ich, mit dem Hinweis auf das bei der Typenbesprechung Gesagte und der Bemerkung, daß die Entwicklung bei den weiter vorgeschrittenen Degenerationsformen etwas länger auf sich warten läßt, daß die kompakte Wuchsform der Kolonie die strahlige der Var. *gigas* und *longa* nicht nur in der Platten-, sondern auch in der Strich- und Stichkultur ersetzt, daß dagegen in den chemischen Leistungen kein Unterschied zu verzeichnen ist, auf weitere langatmige Beschreibungen verzichten zu können. Diese Verzichtleistung scheint mir auch darin gerechtfertigt, daß die gewonnenen Varietäten, weil Ernährungsvariationen, im Grunde genommen ja doch pathologische Bildungen, oft nicht von langer Dauer sind und vermutlich nicht als erste Reinzuchtergebnisse gewonnen werden dürften. Für die sichere Diagnose der Grundform aber genügt die wiedergegebene Beschreibung gewiß.

---

[1] Hansen Chr., zitiert nach Lafar Fr., Spezielle Physiologie der Ernährung und der Vermehrung und Methodik der Reinzüchtung der Hefen. Handb. d. tech. Mykologie, II. Aufl., Jena, 1905, Verl. v. G. Fischer, IV. Bd., 1. Heft, p. 108.

[2] Siehe Kapitel XI, 1, p. 45 [701].

Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse der vorliegenden Arbeit.

1. Mit Hilfe des Prinzipes der Herabsetzung des Nährwertes des Nährsubstrates und der dadurch bedingten Herabminderung der Konkurrenz zufällig aufkommender Bakterien wurde eine insbesonders durch ihren Farbstoffmangel ausgezeichnete Meeresdiatomee absolut rein kultiviert, so daß damit die Möglichkeit der Beantwortung insbesondere ernährungsphysiologischer Fragen gewonnen war. Bei der Reinzucht erwies sich vor allem der Umstand als vorteilhaft, daß sich die Diatomeen der Rohzucht mittels Schleimklümpchen auf dem Objektträger festsetzen, wodurch man in den Stand gesetzt wird, sie mittels Meerwasser von Verunreinigungen zu befreien; die rein gezüchtete Diatomee wurde als *Nitzschia putrida* Benecke bestimmt.

2. Eingehende Versuche über die Bedeutung des Chlornatriums für diesen Meeresorganismus haben ergeben, daß die farblose *Nitzschia* das Na des Kochsalzes als unersetzbares Nährelement benötigt. Es gelingt daher unschwer, die *N. putrida* auf ClNa-freiem 2% $NaNO_3$-haltigem Agar zu ziehen.

Bei Experimenten über die Grenzkonzentrationen von Kochsalz, bei denen die Diatomee noch gedeiht, wurden 0·3% ClNa als untere, 6% ClNa als obere Grenze festgestellt. 0·2% und 7% ClNa gestatten normalerweise keine Entwicklung mehr. Doch gelang es bei Zusatz von 2% ClK, Cl_2 Mg und $MgSO_4$ zu einem Agar, das 0·2% ClNa enthielt, auch auf diesem sonst unbrauchbarem Kochsalzgehalte die Diatomee zur Entwicklung zu bringen.

3. Die *Nitzschia putrida* erwies sich in Übereinstimmung mit Untersuchungen von Benecke und Karsten als typisch saprophytisch, sie assimiliert Leuzin, Asparagin, Pepton und Albumine und bei Gegenwart passender Kohlenstoffquellen auch den anorganisch gebundenen N der Nitrate und Ammoniumverbindungen. Als ganz besonders vorteilhaft erwies sich das Leuzin, an zweiter Stelle Pepton. N-freie Kohlenstoffquellen werden bei Gegenwart anorganisch oder organisch gebundenen Stickstoffes assimiliert; dabei ergibt Inulinnahrung ein Optimum der Entwicklung. Die Tatsache, daß Leuzin und Inulin ebenso vorteilhaft für sie sind wie für die vor kurzem rein gezüchteten Süßwasserdiatomeen, verdient jedenfalls hervorgehoben zu werden.

4. Es ist höchstwahrscheinlich gemacht worden, daß auch die *N. putrida* wie ihre braunen Schwestern des süßen Wassers Kieselsäure für ihre Entwicklung braucht.

5. In Übereinstimmung mit den Erfahrungen an den braunen Süßwasserdiatomeen und denen von Molisch an Grün- und Blaualgen wurde eine schwach alkalische Reaktion des Nährsubstrates als zweckmäßig erkannt.

6. Der freie Sauerstoff wurde als notwendig für das Gedeihen der Diatomee befunden, dabei scheint sie an eine ganz bestimmte O-Spannung besonders angepaßt zu sein. Auch überdauert sie monatelang, ohne abzusterben, den Aufenthalt im O-freien Raume.

7. Mit Hilfe sauer reagierender Stoffe gelang es, negative Auxanogramme zu erzeugen. Im Anschlusse daran wurde analog wie bei den braunen Süßwasserdiatomeen die oligodynamische Wirkung von Kupfer- und Nickelmünzen zur Anschauung gebracht, wobei eine geringere Empfindlichkeit der farblosen *Nitzschia* gegenüber derartigen Giften konstatiert werden konnte, als sie die braunen Süßwasserformen zeigen.

8. Von Ausscheidungen konnten mit Sicherheit festgestellt werden ein gelatine- oder eiweiß- und ein agarlösendes Ferment.

9. Versuche über den Einfluß verschiedener Temperaturgrade auf Entwicklung und Wachstum der *N. putrida* ergaben, daß die Diatomee durch 24 und mehr Stunden eine niedere Temperatur bis — 10° und — 11° C ohne merkliche Schädigung auszuhalten vermag. Auf der anderen Seite ist dieser Organismus auch imstande, verhältnismäßig hohe Temperaturgrade (+ 30°) stunden-, ja wochenlang ohne Schwierigkeit zu ertragen. Das Optimum für ihre Entwicklung liegt bei rund 24 bis 25° C. Temperatursprünge von 40° C werden ohne Zeichen des Erkrankens überstanden. Die obere Grenze des Lebens

liegt um 38° C, doch vermochte bei gleichzeitiger Wirkung von Wärme und Licht die farblose *Nitzschia* auch auf ganz kurze Zeit sogar 38° C zu überdauern.

10. Mäßig starkes diffuses Tageslicht hat keinen merklichen Einfluß auf Entwicklung, Vermehrung und Wachstum der rein gezüchteten farblosen *Nitzschia.* Sie verhält sich also unter derartigen Bedingungen wie im Dunkeln. Als typischer Saprophyt benötigt sie, auf organischen Nährböden gezogen, natürlich das Licht nicht. Starkes Sonnenlicht wirkt aber schädlich auf sie ein, wobei in erster Linie die Wärmestrahlen, erst in zweiter die blauen Strahlen des Spektrums als gefährlich zu bezeichnen sind. Die Strahlen des gelben Spektralbezirkes scheinen wirkungslos zu sein.

11. Die Teilungsgeschwindigkeit der *N. putrida* ist eine sehr große, sie wurde mittels einer neuen Zählmethode mit 5 Stunden sichergestellt. Bei der Teilung folgt auch diese farblose Diatomee dem Gesetze von Pfitzer und Mac Donald, dem zur Erklärung der rapiden Verkleinerung der Diatomee bei der Methode der Reinkultur eine passende Ergänzung angefügt werden mußte.

Man findet die vorherrschende Länge der Diatomeen irgend einer Impfung nach dem Ausdrucke:

$$X = A - n \, . \, m \, . \, 2\gamma,$$

wobei X die zu suchende Größe, A die ursprüngliche Länge, n die Zahl der Impfungen, γ die Dicke der Diatomeenschale bedeutet und m der Index der vorherrschenden Länge jener Kolonie war, von der abgeimpft worden ist.

Das zweite Gesetz, das sich aus den Längen- und Breitenmessungen der farblosen Diatomee in den verschiedenen Impfungen ergab, kann, wie folgt, ausgedrückt werden:

Indem proportional zur Verringerung der Längen- die Dickendimension zunimmt, bleibt das Volum der Tochterindividuen unverändert.

12. Ein höchst auffallendes Ergebnis der Reinzucht war auch der im Laufe der Generationen auftretende Verlust des normalen Bewegungsvermögens, der sich durch die an der Raphe und an der ganzen Schale auftretenden Veränderungen erklären mag.

13. Was die Histologie der *N. putrida* anlangt, so verdient der Nachweis von elaioplastenartigen Gebilden und die Beobachtung von kolossalen Fettmassen infolge ClNa-Mangels eine besondere Erwähnung. Die Membran wird im Verlaufe der Zucht durch die Wirkung des Plasmas allmählich aufgelöst und gibt so den Zellinhalt frei, in dem man durch Veraschen das im lebenden Zustande vermutlich als organische Kieselsäureverbindung vorhandene SiO_2 als solches nachweisen kann. Damit ist aber der Beweis erbracht, daß die Kieselsäuremembran der Diatomeen nichts Starres, nichts Unveränderliches ist, sondern, so apart es auch klingen mag, der Auflösung und Zerstörung durch die alles vermögende lebende Substanz der Zelle verfällt.

14. Auch Vitalfärbungsversuche sind mit der *N. putrida* ausgeführt worden, wobei die Farbstoffe Neutralrot und Anilinblau in entsprechend prozentigen ClNa-Lösungen oder in Triester Meerwasser ausgezeichnete Dienste leisteten. Ja, es kann geradezu behauptet werden, daß die *N. putrida* zu den besten Objekten für Schulungsversuche über die Vitalfärbung mit Neutralrot gehört. Die Farbstoffaufnahme aus kaum sichtbar gefärbten Tröpfchen erfolgt so rasch und so gründlich, daß bereits in wenigen Sekunden von vorzüglicher Vitalfärbung gesprochen werden kann.

15. Die Reinzucht hat nun noch eine höchst überraschende Eigenschaft der farblosen *Nitzschia* zutage gefördert: die außerordentliche Variationsfähigkeit dieser Art. Die im Laufe der Kultur aufgestellten Varietäten wurden ihren hervorragendsten Eigenschaften entsprechend als *gigas* (riesig), *longa* (lang), *nanella* (zwergig), *naviculaeformis* (schiffchenartig), *cornuta* (gehörnt), *siliginea* (kipfelförmig) und *gomphonemiformis* (gomphonemaartig) genannt, die alle vermutlich durch reduzierte Auxosporenbildung oder durch sprungweise Variation in die lange Urform zurückverwandelt werden können. Dabei bleibt die Diatomee nicht stehen, sondern löst nun auch noch die Membranen, die hervortretenden Plasmen runden sich einzeln ab oder fließen zusammen und bilden echte, mit amöboider Bewegung und einem möglicher Weise durch Verschmelzung von Einzelkernen entstandenen relativen Riesenkerne versehene Plasma-

massen, Plasmodien, die im Hinblick auf ihr normales Auftreten zu einer Zeit, wo echte Auxosporenbildung erwartet werden könnte, als Pseudoauxosporen bezeichnet wurden.

Pseudoauxosporen sind also durch Zusammenfluß vermutlich gleichgeschlechtigen Plasmas — die Reinkulturen gingen wiederholt von einer einzigen Diatomee aus — entstandene Plasmamassen.

Es ist nun nicht uninteressant, daß man durch Mangel irgendeines Nährstoffes, sei es nun Na, N, C oder Si oder natürlich mehrerer solcher Stoffe oder durch Darbietung eines oder mehrerer derselben in schlecht assimilierbarer Form die Plasmodienbildung experimentell hervorrufen kann. Diese Plasmodien sind oft so groß, daß sie ganze Kolonien umfassen. Was aus solchen Plasmodien wird, ist bisher nicht mit Sicherheit bekannt; denn wenn aus dem sogenannten »Plasmodienmaterial«, id est Plasmodien mit anhängenden Diatomeen, plötzlich wieder die Urform entsteht, so kann dies ebenso auf die Plasmamassen wie auf die einzelnen intakten Diatomeen zurückzuführen sein. Bietet man aber den nackten Plasmen die fehlenden Stoffe, so können sie sich auch mit einer Membran umgeben.

16. Für den Bakteriologen und den technischen Mykologen dürfte endlich von Interesse sein, daß sich im Laufe der Zucht eine direkte Abhängigkeit der Kolonieform der Diatomee von ihrer jeweiligen Gestalt hat nachweisen lassen. Danach kann man die Kolonieformen in vier Typen einteilen: den Nitzschia-, den Navicula-, den Gomphonema- und den Plasmodientypus, von denen für den ersten eine deutliche Abhängigkeit von der Agarkonzentration, von im Substrate vorhandenen Giften und vom Kochsalzgehalte nachgewiesen werden konnte.

Insbesondere bezüglich der zuletzt genannten Beeinflussung braucht nur darauf verwiesen zu werden, daß niederer Na-Gehalt aus der *Nitzschia* die Var. *gomphonemiformis*, beziehungsweise die Bildung von Plasmodien hervorruft, und man wird begreifen, daß damit auch die Umwandlung des Habitusbildes der Kolonie gegeben sein muß.

Autorenregister.

Textfigurenerklärung.

Fig. 1, 2 und 3. Einfluß verschiedenen Kochsalzgehaltes auf die *Nitzschia putrida* Benecke im Gelatine-Versuch vom 14. März 1907 mit Var. *longa* (Text, p. 11 u. 12 [667 u. 668], Tab. I, VI. Vers.).

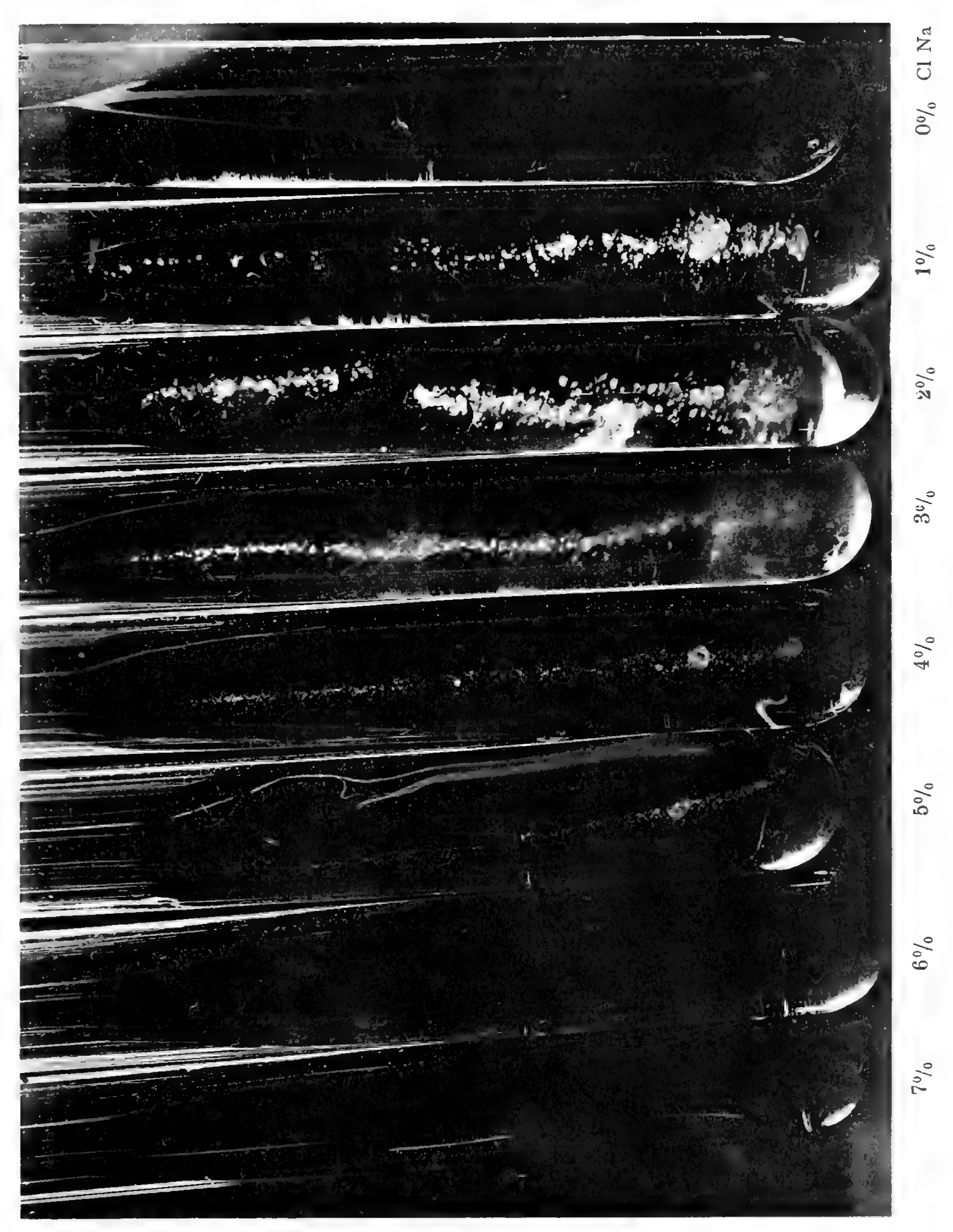


Tafel I.

Tafel I.

Fig. 1. Strichkulturen von rechts nach links 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7% ClNa. Die Eprouvetten mit 8, 9 und 10% ClNa wurden nicht mit photographiert, weil sie nicht von denen mit 7% ClNa verschieden waren.

Das Optimum der Entwicklung liegt bei 2 und 3% ClNa. 6% zeigt eben noch, θ und 7% keine Entwicklung. (Der lichte Streifen in der Eprouvette θ% ClNa ist ein Lichtreflex). Sehr beachtenswert ist der Unterschied in der Kolonieform bei 1 und 2 gegenüber 3% ClNa. Er erklärt sich in der Weise, daß bei niederem Kochsalzgehalte die sogenannte Var. *gomphonemiformis* der rein kultivierten Diatomee entsteht, die in kompakten Kolonien wächst (vgl. Text p. 13, 20 und 106 [669, 676 und 762]) und sich so von den diffus und gekämmt wachsenden ursprünglichen auf 3% ClNa erhalten gebliebenen Var. *longa*-Kolonien unterscheidet (Text p. 104 [760]).



Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.

Tafel II.

Tafel II.

Fig. 2 und 3. Die Stichkulturen desselben Versuches.

Fig. 2. Aufgenommen nach 8 Tagen.

» 3. » » 34 »

Da die Eprouvetten bei der photographischen Aufnahme leider das zweitemal gerade in der umgekehrten Reihenfolge hingen als das erste Mal, steigen in Fig. 2 die Prozentsätze des ClNa von links nach rechts, in der Fig. 3 von rechts nach links. An der Umkehrung der Anordnung waren hauptsächlich die störenden Reflexe der Eprouvette mit 7% ClNa schuld, die sich in der Fig. 2 recht unangenehm geltend machen.

In Übereinstimmung mit dem Ergebnisse der Strichkulturen der Fig. 1 liegt auch bei diesen Stichkulturen das Optimum der Entwicklung bei 2 und 3% Kochsalz. Wieder ist der Einfluß des niederen ClNa-Gehaltes (Text p. 13, 106 [762]) auf die Kolonieform unleugbar ausgeprägt.

Höchst auffallend ist die Wuchsform der Diatomee in den Eprouvetten mit 3, 4 und 5% ClNa der Fig. 2, in denen sich eine deutliche Beeinflussung der Diatomee durch die gebotene Sauerstoffspannung ausprägt (vgl. Text p. 35, 108 [764]).

Es dürfte nämlich aus diesen Bildern klar werden, daß die *N. putrida* B. an eine ganz bestimmte O-Spannung angepaßt zu sein scheint.

» 3. Illustriert, abgesehen von ihrer Bedeutung für die Darstellung des Einflusses verschiedener ClNa-Konzentrationen, in vorzüglicher Weise die Verflüssigung der Gelatine: das Vorhandensein eines gelatinelösenden Fermentes (vgl. Text p. 39 [695]). Die weißen Massen sind die bei der Verflüssigung zusammengesinterten Diatomeen. (Die photographische Aufnahme erfolgte zur Vermeidung von Lichtreflexen in der Dunkelkammer bei etwas geöffnetem Fenster im durchfallenden Lichte vor der geschwärzten Zimmerwand.)

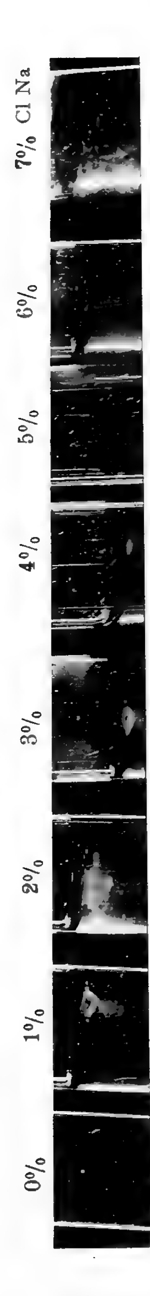
» 4 und 6 sind Eprouvetten aus einem Versuche mit Gelatine, zu der verschiedene Chloridzusätze hinzugegeben worden waren. Der Versuch zeigt trotz des relativ unreinen Substrates, das doch die Gelatine unzweifelhaft ist, ganz deutlich die Notwendigkeit des Na für eine normale Entwicklung der Diatomee (vgl. Text p. 14 [670]).

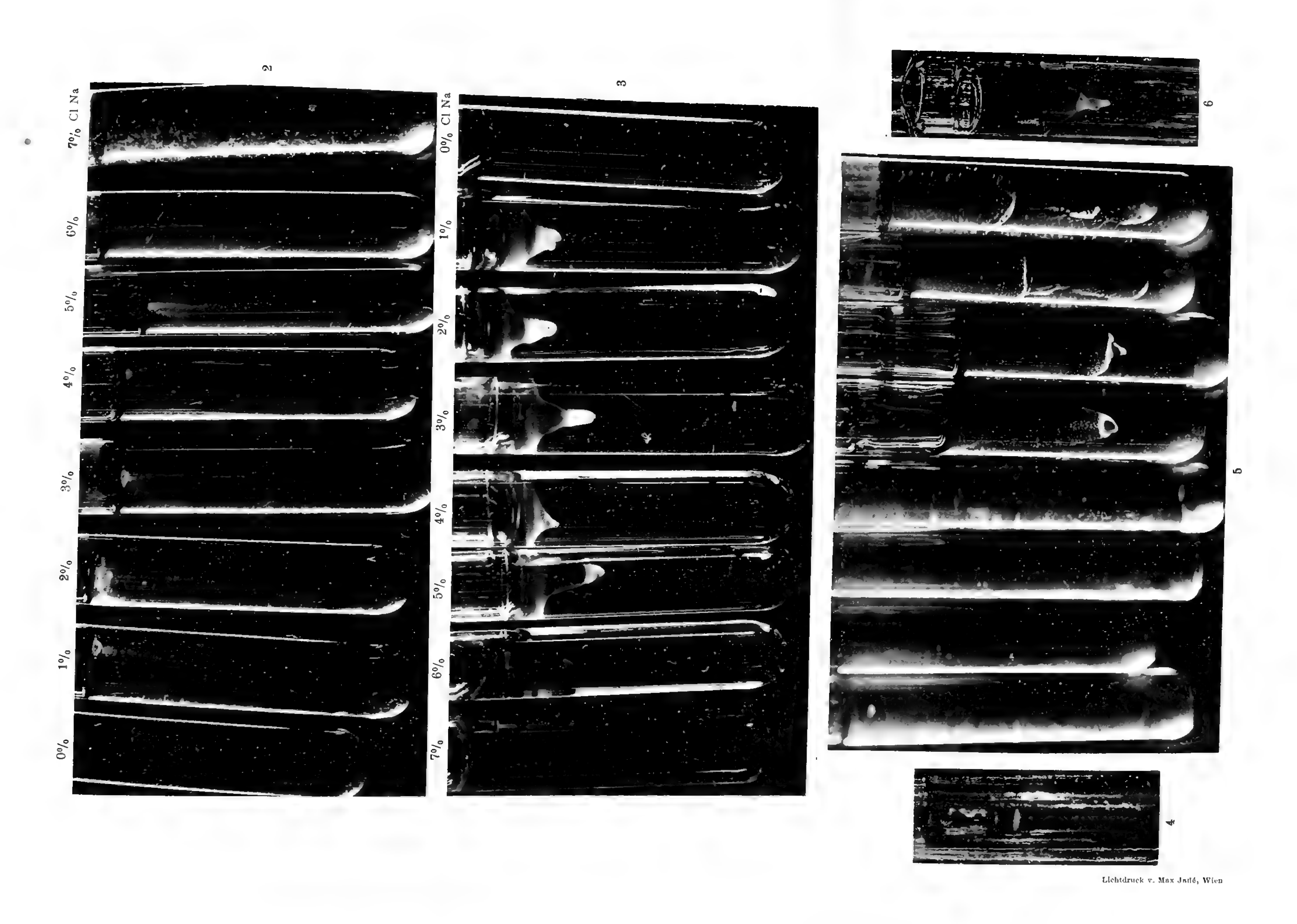
» 6. Stellt die Diatomee bei 2% ClNa-, Fig. 4 bei 2% Cl_2Mg-Zusatz dar: hier ist das Häufchen Diatomeen — man sehe von den Lichtreflexen der Eprouvette ab — kaum zu sehen, dort sind die Nitzschien in dichter Masse unter Verflüssigung (vgl. Text p. 39, 108 [695, 764] der Gelatine in einen Trichterstiel zusammengesintert.

Fig. 5 ist die Photographie eines Experimentes über den Einfluß des O auf das Wachstum der farblosen Diatomee: links vom Beobachter sind 4 Eprouvetten aus der O-frei gemachten Atmosphäre, rechts die bei O-Zutritt (vgl. Text p. 35 [691]). Die Photographie zeigt sehr deutlich, daß der atmosphärische O für die Diatomee notwendig ist. Die geringe Menge Nitzschien in der ersten Eprouvette links dürfte auf ein Undichtwerden der Absorptionseprouvette zurückzuführen sein.

Auch hier ist die Verflüssigung der Gelatine zu sehen wie oben (Text p. 39 [695]).

Richter, O





Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien

Tafel III.

Tafel III.

Fig. 7. Lichtversuch mit der Blechschablone (vgl. Text p. 51 [707]). Sonnenlicht tötet die Diatomeen.

» 8. Oberflächenkolonien der Var. *longa* nach 9 Tagen. (Etwas unter der natürlichen Größe; vgl. Text p. 104, 105 u. 108 [760, 761 u. 764]).

Besonders bei der Kolonie rechts oben sieht man das zonenweise Wachstum der Diatomee ausgezeichnet.

Fig. 9 und 10. Beispiele über Oligodynamie. Demonstriert mit einer Hellermünze, vgl. Text p. 38 [694].

» 9. Photographiert nach Vitalfärbung mit Neutralrot.

Man bemerkt ganz deutlich lichte Zonen um viele der wiedergegebenen tief schwarz erscheinenden Kolonien, Zonen, die so entstanden sind, daß das im Agar vorhandene Neutralrot osmotisch aus der Umgebung aufgesogen worden ist (vgl. Text p. 90 u. 105 [746 u. 761]).

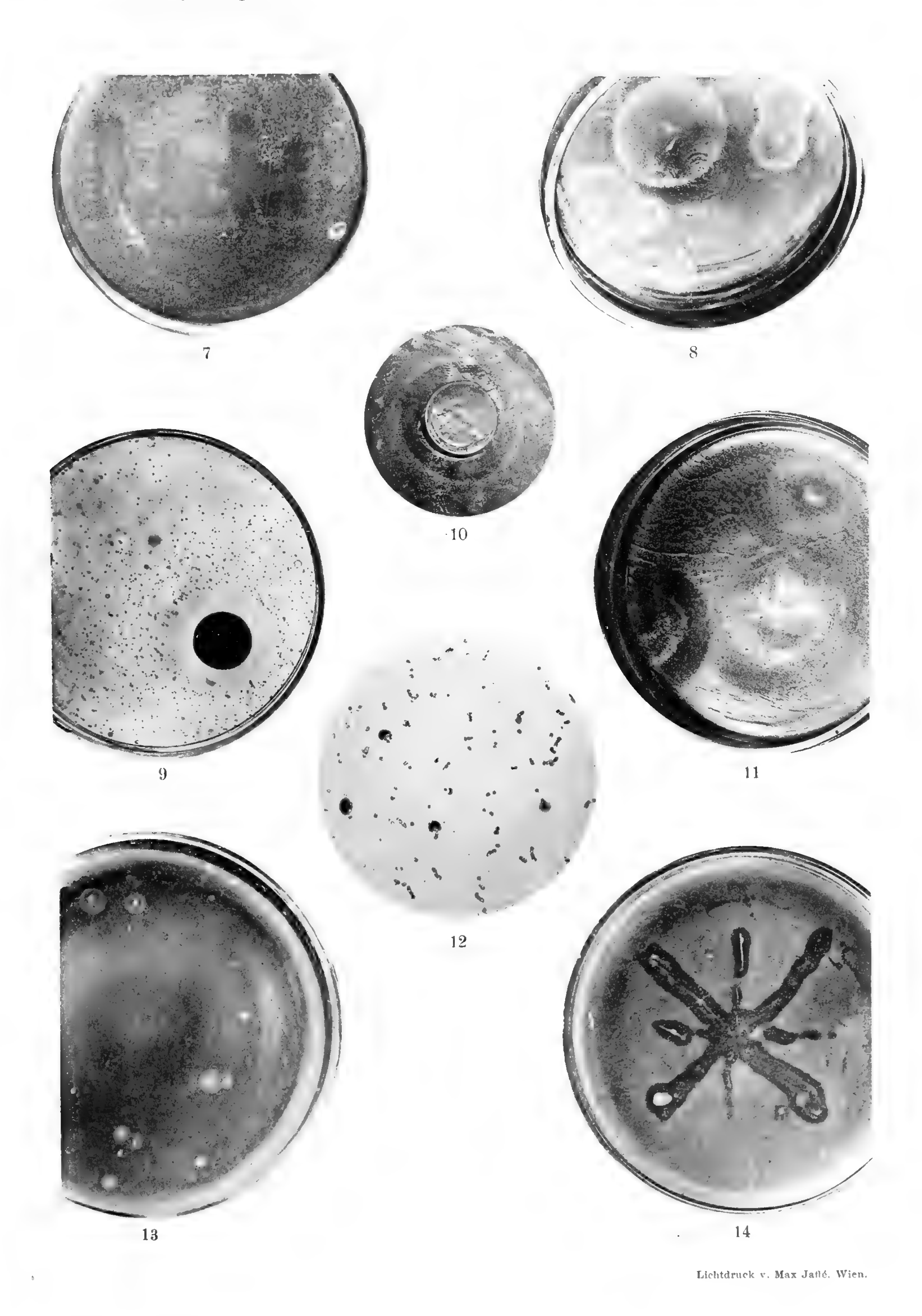
» 10. Wurde aufgenommen ohne Färbung bei schräger Sonnenbeleuchtung mit kleinster Blende des Zeiss'schen Unars.

» 11. Säuren sind Gifte für die farblosen Diatomeen, daher töten gewisse in die Kulturschalen eingeflogene Pilze, soweit ihre Giftzonen reichen, die Diatomeen. Gleichzeitig aber mögen in der Peripherie dieser Giftzonen Stoffwechselprodukte der Pilze entstehen, die das Wachstum der *N. putrida* B. fördern. Beides ist aus der Fig. 11 deutlich zu ersehen. Für die Betrachtung der Giftzone sei auf den Pilzrasen links unten, für die der Zone günstigeren Stoffwechselprodukte auf den kleinen Pilzrasen rechts oben verwiesen (vgl. Text p. 36 und 37 [692 u. 693]).

» 12. »Plasmodien« unter Diatomeen der Var. *naviculaeformis*, vital gefärbt, bei 30facher Vergrößerung aufgenommen (vgl. Text p. 90 u. 97 [746 u. 753]).

» 13. Oberflächenkolonien der Var. *naviculaeformis* etwas unter der natürlichen Größe, wie Fig. 10 aufgenommen (vgl. Text p. 106 [762]).

» 14. Nachweis eines tryptischen Fermentes bei der *N. putrida* B. durch Auflösung des Milchkaseins im Hastings'schen Milchagar (vgl. Text p. 43 [699]). Die dunkeln Zonen sind die durch die Auflösung des Kaseins durchsichtig gewordenen Partien der Milchagarplatte, die hellen Linien darin sind die Striche der weißen Diatomee. Der hellere Grund zeigt die noch unaufgelösten Milchkaseinmassen im Agar. Das Bild ist vor schwarzem Hintergrund aufgenommen.



Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.

Tafel IV.

Tafel IV.

Fig. 15. Var. *longa* des Kälteversuches vom 9. Februar 1907, mit Neutralrot vital gefärbt, plasmolysiert (vgl. Text p. 46, 68 u. 91 [702, 724 u. 747]).

» 16. Var. *nanella* vom » » 9. » 1907, » » » » » » » » 46 » 92 [702 u. 748]).

» 17. Var. *naviculaeformis* mit Neutralrot vital gefärbt. Man sieht ganz deutlich, daß bei abnehmender Länge die Dicke der Diatomee zunimmt. Die Figur ist somit geeignet zur Illustration des Gesetzes von der Erhaltung des Volums (vgl. Text p. 68, 75, 91 u. 92 [724, 731 u. 747]).

» 18. Var. *cornuta,* vital gefärbt (vgl. Text p. 92 [748]).

» 19. Var. *siliginea,* vital gefärbt (vgl. Text p. 92 [748]).

» 20. Eine Kolonie der Var. *naviculaeformis,* die insbesondere im Vergleich zu Fig. 23 beweist, wie sehr die Kolonieform bei der *N. putrida* B. von der Individuengestalt abhängt (vgl. Text p. 92 u. 106 [748 u. 762]). Die Kolonie ist zum Teil submers, zum Teil Oberflächenkolonie. Das tiefschwarze Zentrum sind Unmassen unter der Oberfläche des Agars gelegener Diatomeen. Soweit die Diatomeen einzeln zu sehen sind, hat man es mit der oberflächlichen Partie der Kolonie zu tun. Die Photographie wurde bei 30facher Vergrößerung ohne vorangegangene Färbung hergestellt.

» 21. Var. *gigas,* von Gelatine, mit Neutralrot vital gefärbt, schwach plasmolysiert. Die dunklen Partien sind Unmassen eines mit Neutralrot färbbaren Körpers (vgl. Text p. 68, 91 [724, 747]). Geschichte der Diatomee: 13. November → 15. November → 20. November → 22. November → 24. November.

» 22. Plasmodium, mit Osmiumsäure fixiert, mit Anilingentianaviolett gefärbt. Die dunkle Masse links oben ist der Kern, an dem man beim scharfen Zuschauen das Kernkörperchen wahrnimmt. Das zarte Gerüstwerk ist das fixierte Plasma, die teils dunkel, teils lichter gefärbten Zellen tiefer unten im Bilde sind noch unzerstörte Diatomeen (vgl. Text, p. 99 [755]).

» 23. Submerse Kolonie des *Nitzschia*-Typus der *N. putrida* (vgl. Text p. 92, 104, 108 [748, 760, 764]). Die Photographie wurde bei 30facher Vergrößerung ohne vorherige Färbung hergestellt. Das Auffallende am Bilde ist die Büschelform der Kolonie, welche auffallend an die Kolonien der *N. Palea* Kütz. auf Agar erinnert.

» 24—26. Plasmodien.

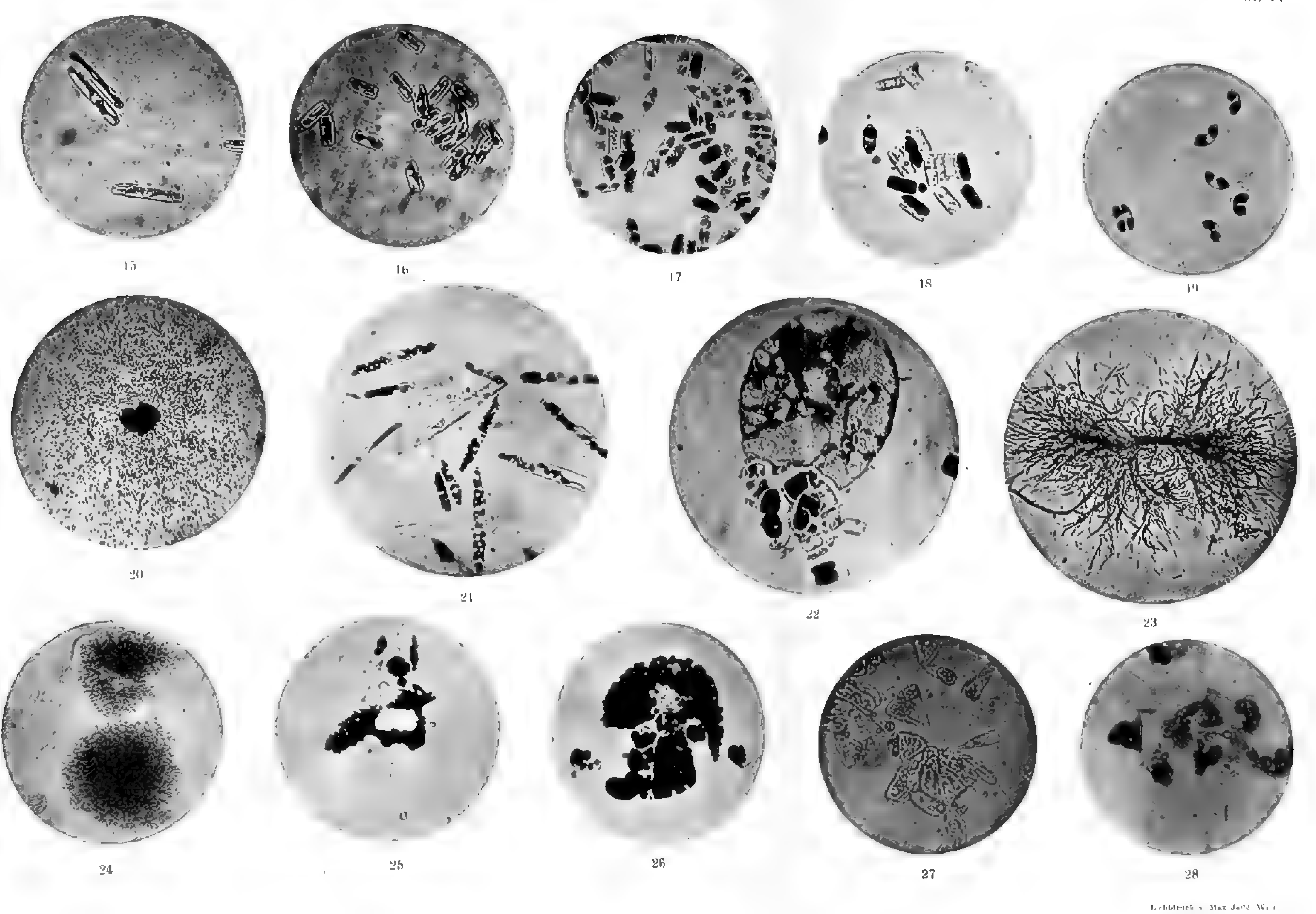
» 24. Bei 50facher Vergrößerung aufgenommen, zeigt zwei Kolonien zu einem großen Plasmodium vereinigt, ungefärbt (vgl. Text p. 21, 42, 107 [677, 698, 763]).

» 25 und 26. Zwei Plasmodien, vital gefärbt. Die teilweise dunkel gefärbten Rechtecke in Fig. 26 sind unzerstörte Diatomeen (vgl. Text p. 98 [754]). Leider ließen sich die Konturen der zarten Plasmen nicht schärfer wiedergeben.

» 27. Var. *gomphonemiformis,* künstlich erzeugbar durch 0·5 und 1% ClNa (vgl. Text p. 13, 20, 91, 93 u. 106 [669, 676, 747, 749 u. 762]). Die Diatomeen dieser Figur waren nach Fixierung mit Osmiumsäure, mit Magdalarot gefärbt.

» 28. Kratikularbildungen der *N. putrida* B., hervorgerufen durch mangelhafte Ernährung (vgl. Text p. 92 [748]). Das deutlichste Bild bietet die Diatomee zu äußerst links in der Fig. 28.

Mit Ausnahme der Fig. 20, 23 und 24 sind sämtliche Photographien der Tafel IV bei 500facher Vergrößerung aufgenommen.



Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.

...ntwicklu...

...l. dazu Kapi...

Natrium bicarbonic.	Natriumox...
...rk alkalisch	n. d. Kochen ...

... dazu Kapite...

4·82%									6·88%						
I	II	A	B	a	b	c	d	1	2	I	II	A	B	a	

... dazu Kapitel

2%					2%				
...2.	3.	I	II	III	1.	2.	3.	I	I...

...l. dazu Kapit...

Zeichenerklärung.

Unterblieb in einer Versuchskolonne die Aufstellung einer durch die Überschriften in den Tabellen bezeichneten Kölbchenkolonne, so wurde dies in der entsprechenden Kolumne durch einen schrägen Strich von links unten nach rechts oben angedeutet.

die erste Kolonie.

entsprechend der dichteren Punktierung und der zunehmenden Grösse sowie der dunkleren Töne der verwendeten Zeichen zunehmende Diatomeenentwicklung.

entsprechend dem tieferen Schraffentone zunehmende Diatomeenentwicklung.

Maximum derselben.

Rückgang der Kultur.

* Platten-Strichkulturen

„ -Ausguss- „

/ Eprouvetten-Strichkulturen

\ „ -Stichkulturen

U „ -Schüttelkulturen

△ Kölbchenkulturen

v. l. = v. long. = varietas longa. (vgl. Kapitel XIX.)

v. n. = v. nav. = „ naviculaeformis („ „ „)

v. s. = v. silig. = „ siliginea („ „ „)

v. g. = v. gomph = varietas gomphonemiformis („ „)

F = Fetteinschluss (in Massen)

Pl = Plasmodien (gl. Kapitel XIX.)

v. l. > v. g. = mehr Individuen von v. l. als von v. g.

Die Bezeichnungen der Nährböden vgl. im Kapitel VI.

Die Bezeichnungen 7/IV. → 9/VII. u. s. f. vgl. im Kap. I.

Versuche über die direkte Anpassung der Nitschia putrida Benecke an verschiedene Kochsalzmengen im Nährboden.

Versuch	Tag der Beobachtung	0%	0·1%	0·2%	0·3%	0·4%	0·5%	1%	1·5%	2%	2·5%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10% Cl Na.
I. Versuch vom 10/IV. 1906 mit * auf 0·1% LA.	18./IV. 1906 10./V. 1906	1 2 3					1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3	1 2 3							
II. Versuch vom 25.-27./IV. 1906 mit 1) P-Gl-Gel.	1./V. 1906 9./V. 1906 19./VI. 1906	1 2 3 4 I II a b A A					1 2 3 4 I II a b A A	1 2 3 4 I II a b A A	1 2 3 4 I II a b A A	1 2 3 4 I II a b A A	1 2 3 4 I II a b A A	1 2 3 4 I II a b A A							
2) Cl_2Ca-L-Gel. (K_2 Si_2 O_5 - Zusatz)	1./V. 1906 9./V. 1906 19./VI. 1906	1 2 3 4 I II a A A					1 2 3 4 I II a A A	1 2 3 4 I II a A A	1 2 3 4 I II a A A	1 2 3 4 I II a A A	1 2 3 4 I II a A A	1 2 3 4 I II a A A							
III. Versuch vom 26. u. 27./IV. 1906 mit 0·1% LA. 1) Impfung der var. nav. von 1% Cl Na - LA.	9./V. 1906 erhalt. Form							vg > vl, vg > vl, v. n.	vl > vn, vg > vl, vn	vl > vn, vl > vn, vl	vl > vn, vn > vl, vl.	vl							
2) Impfung der var. longa von 1% Cl Na - LA.	9./V. 1906 erhalt. Form						vg., vg.	vg, vg	vn, vn	vl., vl, vl.	vl, vl, vl	vl.							
IV. Versuch vom 28/IV. 1906 mit 0·1% LA. ($Ca\,Cl_2$ u. $K_2\,Si_2\,O_5$-Zusatz) 1) Impfung der var. nav. von 1% Cl Na -LA.	9./V. 1906 erhalt. Form							vg				vl., vl > vn, vl							
2) Impfung d. var. longa von 1% ClNa-LA.	9./V. 1906 erhalt. Form							vg., vg.				vl, vl							
3) „ „ „ „ 3% „ „ „ „	9./V. 1906 erhalt. Form							vg., vg				vl, vl, vl							
4) Der zu IV.₃) gehörige Eprouvettenversuch.	9./V. 1906 26./VI. 1906 21./VIII. 1906 erhalt. Form							1 2 3 4 I II III IV vg vn vg vl vg vg vn vn				1 2 3 4 I II III IV vl vl vl vl vl vl vl vl							
V. Versuch vom 3/III. 1907 mit v. long., v. nav. und v. silig. (lauter Strichkulturen) - $Ca\,(NO_3)_2$ - LA.	8./III. 1907 21./III. 1907 11./V. 1907	v.l. 1 2, v.n. 1 2, v.s. 1 2					v.l. 1 2, v.n. 1 2, v.s. 1 2	v.l. 1 2, v.n. 1 2, v.s. 1 2	v.l. 1 2, v.n. 1 2, v.s. 1 2	v.l. 1 2, v.n. 1 2, v.s. 1 2	v.l. 1 2, v.n. 1 2, v.s. 1 2	v.l. 1 2, v.n. 1 2, v.s. 1 2	v.l. 1 2, v.n. 1 2, v.s. 1 2	v.l. 1 2, v.n. 1 2, v.s. 1 2	v.l. 1 2, v.n. 1 2, v.s. 1 2	v.l. 1 2, v.n. 1 2, v.s. 1 2	v.l. 1 2, v.n. 1 2, v.s. 1 2	v.l. 1 2, v.n. 1 2, v.s. 1 2	v.l. 1 2, v.n. 1 2, v.s. 1 2
VI. Versuch vom 14./III. 1907 mit 0·1% L-Gel.; der Versuch mit v. long. wurde am 22./III. u. 17./IV. photogr.	21./III. 1907 23./III. 1907	/ \ / \ / \						/ \ / \ / \		/ \ / \ / \		/ \ / \ / \	/ \ / \ / \	/ \ / \ / \	/ \ / \ / \	/ \ / \ / \	/ \ / \ / \	/ \ / \ / \	/ \ / \ / \
VII. Versuch vom 15./V. u. 17./V. 1908. Stammagar: 1000 T. H_2O, 0·2 g $Ca\,Cl_2$, 0·05 „ $Mg\,SO_4$, 0·2 „ $K_2\,HPO_4$, Spur $Fe\,SO_4$; vgl. Text Kapitel II. Impfmaterial: var. longa.		* I., / 1.	* I. II, / 1. 2. 3.	* I. II., / 1. 2. 3.	* I. II., / 1. 2. 3.	* I. II., / 1. 2. 3.	* I. II., / 1. 2. 3.	* I. II., / 1. 2. 3.		* I. II., / 1. 2. 3.		* I. II., / 1. 2. 3.							
Lenzin	18./V. 1908 28./V. 1908 16./VI. 1908																		
Lenzin	ad 28./V.				v.l.	vl. vl	vl. vl.	vl. vl.		vl. vl.		vl. vl.							
Lenzin	ad 16./VI.				v.l. v.l.	Pl Pl	Pl. Pl	vl. vl.		vl. vl.		vl. vl.							
Milch	18./V. 1908 28./V. 1908 17./VI. 1908																		
Milch	ad 28./V.						Pl	Pl		Pl Pl		Pl Pl							
Breite d. aufgehellten Zone in mm.	ad 17./VI.	2 F, 2	2F	2·5F 2F 1·5	4·5F 3·5F 3	5F 5F	4·5, 5	6		6 6		6 6							
KNO_3	18./V. 1908 28./V. 1908 16./VI. 1908																		
KNO_3	ad 28./V.				vg. vg.	vl. vg	Pl Pl	Pl Pl. vg.				Pl Pl							
KNO_3	ad 16./VI.					Pl Pl	Pl Pl	Pl Pl vg. vg.		Pl		Pl Pl							

Die * des Milchversuches wurden bereits am 28./V. entfernt

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien

utrida J

2%		
1	2	3

1	2	3	4	I	II	a	b	A	A
1	2	3	4	I	II	a	A	A	

*	*	
vl > vn	vl > vn	vl.
vl.	vl.	vl.

v.l.		v.n.		v.s.	
1	2	1	2	1	2

*				
I.	II.	1.	2.	3.
vl.	vl.			
vl.	vl.			
Pl	Pl			
6	6			
Pl				

XXXIV.

Versuche über die Notwendigkeit des Natriums für die Entwicklung der Nitschia putrida Benecke.

I. Versuch vom 15./VI. 1906
Stammlösung: 1000 T. H_2O dest. 18 g gewäss. Agar 1 g Leuzin 0·2 g K_2HPO_4 0·05 g $MgSO_4$ 0·2 g $Ca(NO_3)_2$ Spur $K_2Si_2O_5$ Spur $FeSO_4$

II. Versuch vom 7-12./VII. 1906
Stamml. wie bei I.

III. Versuch vom 2-3./VII. 1906
Stamml. wie bei I.

IV. Versuch vom 2./VII. 1906
Stamml.: 1000 T. Flusswasser 18 g Agar.

V. Versuch vom 15./XII. 1906.
Stammlösung: 1000 T. dest. H_2O 100 g Gelatine sonst wie bei I.
am 11./II. 1907 wurde NaCl- u. $MgCl_2$-Stich. No. I photographiert. Fig. 4 u. 6 Taf. I.

VI. Versuch vom 2-3./III. 1907
Stammlösung: 1000 T. dest. H_2O 18 g gew. Agar 0·2 g K_2HPO_4 0·2 g $Ca(NO_3)_2$ 0·05 g $MgSO_4$ Spur $FeSO_4$ lauter Strichkult.

VII. Versuch vom 13-14./VI. 1908

1. Teilversuch vom 13./VI.
Stammlösung: 1000 T. dest. H_2O 18 g gew. Agar. 1 g Leuzin 0·2 g K_2HPO_4 0·05 g $MgSO_4$ 0·05 g $CaCl_2$ Spur $K_2Si_2O_5$ Spur $FeSO_4$

2. Teilversuch vom 14./VI. erhielt zur Stamml. von 1) noch 0·2% Cl Na. lauter Strichkult.

1. Versuche insbesondere mit verschiedenen Chloriden. (vgl. dazu Kapitel II. p.13.)

Tag der Beobachtung	Stammlösung	Natriumchlorid	Kaliumchlorid	Magnesiumchlorid	Kalziumchlorid	Kaliumnitrat	Magnesiumsulfat
22/VI 1906, 19/VII. 1906, 21/VIII. 1906 (I. Versuch)	1 2 I II a b c d A B	3%	3·84%	10·41%	5·67%	5·19%	12·6%
21/VIII 1906 (II. Versuch)	7/4.→9/7. 15/6.→9/7.	2% 7/4.→9/7. 15/6.→9/7.	2·66% 7/4.→9/7. 15/6.→9/7.	6·94% 27/3.→12/7. 15/6.→12/7.	3·78% 7/4.→10/7. 15/6.→10/7.	3·46% 7/4.→10/7. 15/6.→10/7.	5·2% 27/3.→12/7. 15/6.→12/7.
20/VIII 1906 (III. Versuch)		1% 7/4.→9/7. 15/6.→9/7.	1·28% 7/4.→9/7. 15/6.→9/7.	3·47% 27/3.→12/7. 15/6.→12/7.	1·89% 7/4.→12/7. 15/6.→12/7.	1·73% 27/3.→12/7. 15/6.→12/7.	4·2% 27/3.→12/7. 15/6.→12/7.
10/VII 1906, 20/VIII. 1906 (IV. Versuch)	1 2 I II A B a b c d	3%					
6/XII 1906	1 2 3 4 I II	2%					
3/I. 1907, 15/III. 1907 (V. Versuch)	1. 2. 3. I II III	2%	2%	1 cc d. gesättigt. Lösung auf 50 cm³	2%		
9/III. 1907, 21/III. 1907, 11/V. 1907 (VI. Versuch)	v. I. v. II. v. s.	2%	2%	2%	2%		
17/VI. 1908, 19/VI. 1908, 22/VI. 1908, 15/VII. 1908 (1. Teilversuch)	1. 2. 3.	2%	2%	2%	2%	2%	2%
17/VI. 1908, 19/VI. 1908, 21/VI. 1908, 15/VII. 1908 (2. Teilversuch)	0·2% Cl Na. 1. 2. 3.	0·2% ClNa + 2% ClNa	0·2% ClNa + 2% ClK	0·2% ClNa + 2% $MgCl_2$	0·2% ClNa + 2% $CaCl_2$	0·2% ClNa + 2% KNO_3	0·2% ClNa + 2% $MgSO_4$

2. Versuche mit verschiedenen Natriumsalzen. (vgl. dazu Kapitel II. p.15.)

3. Ein anscheinend widersprechender Versuch. (vgl. dazu Kapitel II. p.14.)

4. Die letzten Versuche aus den Jahren 1907-8. (vgl. dazu Kapitel II. p.14.)

Tag der Beobachtung	Natriumnitrat	Natriumsulfat	Natriumazetat	Natriumammoniumphosphat	Natriumphosphat	Natriumkarbonat pur. Merck	Natriumkarbonat kristallisiert	Natrium bicarbonic.	Natriumoxalat	Natriumbioxalat	Natriumaluminat	Natriumsulfit	Natriumdisulfit	Natriumthiosulfat	Natrium salicylicum	Seignettesalz	Leuzin	Inulin	Traubenzucker	Kontrollversuche	Kontrollversuche
		schwach alkalisch	stark alkalisch	stark alkalisch	stark alkalisch	sehr stark	alkalisch	stark alkalisch	n. d. Kochen sauer	stark sauer	stark sauer	stark alkalisch									
22/VI 1906, 19/VII. 1906, 21/VIII. 1906																	1 2	1 2 3 4	1 2 3 4	$CaCl_2$-KNO_3-LA, 2% ClNa	
21/VIII 1906																				Triest. Meerw. P.A. 7/4.→9/7. 15/6.→9/7.	Triest Meerw. PD A. 7/4.→9/7. 15/6.→9/7.
20/VIII 1906																				3% Cl Na.-$CaCl_2$-LA 7/4.→9/7. 15/6.→9/7.	Triest MP Adtto. PDA 27/3.-12/7. 27/3.-12/7.
10/VII 1906, 20/VIII. 1906	4·36%	7·29%	4·2%	7·03%	7·29%	5·44%	5·44%	4·82%	6·88%												
6/XII 1906	2·9%													5·4%							
3/I. 1907, 15/III. 1907	2%	2%	2%	2%	2%		2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%					
9/III. 1907, 21/III. 1907, 11/V. 1907	2% v. I. v. II. v. s.	2% v. I. v. II. v. s.																			
17/VI. 1908, 19/VI. 1908, 22/VI. 1908, 15/VII. 1908	2% 1. 2. 3.																				
17/VI. 1908, 19/VI. 1908, 21/VI. 1908, 15/VII. 1908	0·2% ClNa + 2% $NaNO_3$ 1. 2. 3.																				

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.


EX · HEREDITATE
IOSEPHI · TREITL

ZOOLOGISCHE ERGEBNISSE XIV.

CHÄTOGNATHEN

BEARBEITET VON

DR. RUDOLF VON RITTER-ZÁHONY.

Mit 1 Tafel.

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 20. FEBRUAR 1908.

Während die Chätognathenfauna der nördlichen europäischen Meere durch zahlreiche Expeditionen bereits eine eingehende Untersuchung erfuhr, ist man hinsichtlich des Mittelmeeres nur auf spärliche Nachrichten, die sich auf den westlichen Teil beziehen, angewiesen. Man findet in Fowler's vor kurzem erschienener Zusammenstellung der geographischen Verbreitung sämtlicher bisher bekannt gewordenen Chätognathen (5) nähere Angaben, die aber nicht vollständig sind, da weder Carus' Prodromus Faunae Mediterraneae (1) noch die Fänge Krupp's auf seinen Jachten »Maja« und »Puritan« (10, 11) berücksichtigt wurden. Von anderen Tiefsee-Expeditionen im Mittelmeere (»Porcupine«, »Travailleur«, »Washington«, »Princesse Alice«) ist noch nichts über Chätognathen veröffentlicht worden. Die Bedeutung der mir zur Bearbeitung anvertrauten Chätognathenausbeute der österreichischen Expeditionen S. M. S. »Pola« in den Jahren 1890—1894 liegt darin, daß sie aus einem ausgedehnten, in dieser Hinsicht noch völlig unerforschten Gebiete stammt.

Nach der neuesten Revision der Chätognathen durch Fowler (5), den Berichten Lo Bianco's (10, 11) und meinen Untersuchungen sind die bisher im Mittelmeere beobachteten Arten folgende: *Sagitta hexaptera* d'Orb., *lyra* Krohn (damit identisch *furcata* Steinhaus), *inflata* Grassi, *bipunctata* Q. G., *serratodentata* Krohn, *minima* Grassi; *Krohnia subtilis* Grassi; *Spadella cephaloptera* Busch, *draco* Krohn, *musculosa* Doncaster (11, p. 266), *profunda* Doncaster (11, p. 267). Das Material enthielt nur die fünf erstgenannten Arten.

Wertvoll wurde die Chätognathensammlung der Pola-Expeditionen aber auch dadurch, daß sie unsere im allgemeinen noch sehr lückenhafte Kenntnis der vertikalen Verbreitung dieser Tiere in manchen Punkten ergänzte oder wenigstens bestätigte. Speziell für das Mittelmeer verdankt man diesbezügliche Daten überhaupt nur den Unternehmungen Chun's (2) und Krupp's (10, 11).

66 Oberflächen- und 25 Schließnetzfänge, die letzteren aus Tiefen von 130—1520 *m*, enthielten Chätognathen. Die vertikale Verbreitung der vorhandenen Arten war folgende: In den Oberflächenfängen fand sich *S. bipunctata* 47 mal, *S. inflata* 46 mal, *S. hexaptera* 13 mal, *S. serratodentata* 7 mal, *S. lyra* keinmal. In den Tiefenfängen war *S. bipunctata* 2 mal (170 und 200 *m*), *S. inflata* keinmal, *S. hexaptera* (500 *m*) und *S. serratodentata* (200 *m*) je 1 mal, *S. lyra* 23 mal vertreten. Es wäre daher nach der Einteilung Fowler's (5, p. 43) für das östliche Mittelmeer *S. bipunctata*, *inflata* und *serratodentata* als ausgesprochen epiplanktonisch (d. h. nicht tiefer als zirka 200 *m* vorkommend), *S. lyra* als mesoplanktonisch (d.h. in größeren Tiefen als 200 *m*, aber nicht am Grunde lebend), *S. hexaptera* als epi- und mesoplanktonisch zu bezeichnen. Dieses Ergebnis stimmt mit den bisherigen Erfahrungen über die vertikale Verbreitung der genannten Arten im Atlantischen und Indischen Ozean (trotz der verschiedenen Temperaturverhältnisse) und mit den Fängen Krupp's im Tyrrhenischen Meere überein. Nur *S. serratodentata* würde nach den im westlichen Mittelmeere (Chun und Krupp) und im Atlantischen Ozean (Fowler) gemachten Erfahrungen auch in größere Tiefen gehen. Den Gegensatz zwischen den Ergebnissen unserer Expeditionen und den Ansichten Lo Bianco's (11) über die vertikale Verbreitung von *S. lyra* und *inflata* werde ich im speziellen Teile dieser Abhandlung zu klären versuchen.

Verzeichnis der Stationen, wo Chätognathen gefischt wurden.

Die Stationen 241—397 beziehen sich auf die fünfte Expedition (1894), deren Forschungsgebiet hauptsächlich die südliche Adria und die Straße von Otranto war.

A. Oberflächenfänge.

Station	5.	21° 1′ 8″	östl. Länge,	37° 17′ 15″	nördl. Breite	(bei Strophades).
»	20.	22° 52′ 50″	»	35° 39′ 10″	»	(südlich von Cerigo).
»	25.	22° 29′ 1″	»	33° 58′ 24″	»	
»	26.	22° 26′	»	33° 36′	»	(nördlich von Ras el Hilal).
»	41.	19° 44′ 30″	»	32° 50′	»	(nordwestlich von Bengasi).
»	60.	22° 29′	»	35° 37′	»	
»	105.	18° 58′	»	39° 32′	»	(westlich von Korfu).
»	106.	19° 10′	»	38° 48′	»	
»	109.	20° 42′	»	37° 58′	»	(im Kanal zwischen Zante und Cephalonia).
»	111.	19° 50′	»	36° 16′	»	
»	114.	20° 2′	»	36° 15′	»	
»	115.	20° 59′	»	36° 9′	»	
»	117.	22° 2′	»	36° 6′	»	(südwestlich von Kap Matapan).
»	118.	22° 32′	»	36° 7′	»	(südlich von Kap Matapan).
»	122.	24° 44′	»	34°	»	(südlich von Kreta).
»	123.	25° 38′	»	33° 30′	»	
»	124.	29° 5′	»	31° 41′	»	(nordöstlich von Alexandrien).

Station	125.	29° 57′	östl. Länge,	31° 40′	nördl. Breite	(nördlich von Alexandrien).
»	126.	29° 59′	»	31° 41′	»	(ebenda).
»	127.	30° 12′	»	32° 6′	»	
»	130.	31° 20′	»	31° 50′	»	
»	131.	31° 43′	»	32° 21′	»	
»	135.	32° 8′	»	31° 39′	»	(nordwestlich von Port Said).
»	138.	32° 16′	»	32° 41′	»	
»	142.	34° 8′	»	32° 46′	»	(südwestlich von Akka).
»	143.	34° 33′	»	32° 43′	»	(ebenda).
»	147.	34° 29′	»	33° 20′	»	(nordwestlich von Akka).
»	150.	33° 35′	»	33° 16′	»	
»	154.	33° 20′	»	33° 28′	»	
»	158.	34° 53′	»	33° 48′	»	(westlich von Beirut).
»	159.	35° 18′	»	33° 58′	»	(vor Beirut).
»	166.	34° 8′	»	34° 44′	»	(südöstlich von Cypern).
»	169.	34° 33′	»	35° 11′	»	(östlich von Cypern).
»	170.	34° 38′	»	35° 49′	»	(nördlich von Kap Andreas).
»	173.	34° 39′	»	36° 31′	»	(südlich von Mersina).
»	177.	32° 7′	»	35° 39′	»	(nordwestlich von Cypern).
»	179.	31° 27′	»	34° 38′	»	(westlich von Cypern).
»	180.	31° 8′	»	35° 23′	»	
»	182.	30° 44′	»	36° 10′	»	(bei Kap Chelidonia).
»	189.	28° 57′	»	36° 5′	»	
»	190.	28° 54′	»	36° 12′	»	
»	198.	23° 39′	»	36° 7′	»	(westlich von Cerigo).
»	201.	24° 18′	»	36° 28′	»	
»	202.	24° 28′	»	36° 25′	»	(südlich von Milos).
»	211.	25° 43′	»	37° 15′	»	(nordöstlich von Naxos).
»	215.	26° 48′	»	36° 32′	»	(zwischen Astropolia und Nisyros).
»	221.	28° 39′	»	36° 3′	»	(östlich von Rhodus).
»	224.	29° 28′	»	35° 48′	»	(südlich von Lykien).
»	233.	24° 50′	»	40° 11′	»	(nordwestlich von Limnos).
»	234.	24° 55′	»	40° 8′	»	(ebenda).
»	236.	25° 6′	»	40° 14′	»	(nördlich von Limnos).
»	241.	15° 32′	»	42° 9′	»	(zwischen Tremiti und Pianosa).
»	242.	15° 41′	»	42° 15′	»	(ebenda).
»	245.	15° 43′	»	42° 10′	»	(südöstlich von Pianosa).
»	250.	15° 29′	»	42° 21′	»	(westlich von Pelagosa).
»	254.	16° 9′	»	42° 32′	»	(nordwestlich von Pelagosa).
»	257.	16° 28′	»	42° 29′	»	(zwischen Pelagosa und Cazza).
»	269.	17° 13′	»	42° 35′	»	(südlich von Lagosta).
»	273.	16° 28′	»	42° 35′ 5″	»	(zwischen Pelagosa und Lagosta).
»	277.	16° 32′	»	42° 40′	»	(bei Cazza).
»	280.	16° 25′	»	43° 8′	»	(bei Cazza).

Station	281.	16° 11′	östl. Länge,	43°	nördl. Breite	(bei Lissa).
»	286.	15° 28′	»	43° 6′	»	(bei Pomo).
»	342.	19° 11′	»	38° 12′	»	(Jonisches Meer, Höhe von Cephalonia).
»	354.	20° 12′ 58″	»	38°	»	(ebenda).
»	361.	19° 44′	»	39° 55′	»	(nördlich von Korfu).

B. Schließnetzfänge.

Station	49.	20° 6′	östl. Länge,	37° 31′	nördl. Breite	(südwestlich von Zante), Tiefe 200 *m.*
»	69.	23° 46′	»	35° 34′	»	(bei Kap Spada), Tiefe 500 *m.*
»	86.	28° 40′	»	31° 30′	»	(nördlich von Alexandrien), Tiefe 500 *m*
»	228.	27° 2′	»	37° 50′	»	(im Kanal von Samos), Tiefe 170 *m.*
»	231.	24° 33′	»	40° 7′	»	(beim Vorgebirge Athos), Tiefe 600 *m.*
»	268.	17° 1′ 10″	»	42° 24′	»	(bei Lagosta), Tiefe 250 *m.*
»	275.	16° 32′ 30″	»	42° 28′ 24″	»	(bei Cazza), Tiefe 170 *m.*
»	288.	15° 26′ 48″	»	43° 4′ 50″	»	(westlich von S. Andrea), Tiefe 130 *m.*
»	289.	15° 37′ 40″	»	42° 57′ 20″	»	(südwestlich von S. Andrea), Tiefe 130 *m*
»	302.	17° 52′	»	42° 10′	»	(südöstlich von Pelagosa), Tiefe 963 *m.*
»	309.	18° 19′ 20″	»	41° 41′ 30″	»	Tiefe 550 *m.*
»	310.	18° 32′ 30″	»	41° 20′ 57″	»	Tiefe 950 *m.*
»	311.	18° 33′ 5″	»	41° 21′	»	Tiefe 550 *m.*
»	314.	18° 47′ 30″	»	40° 55′	»	(Straße von Otranto), Tiefe 250 *m.*
»	320.	19° 12′	»	39° 59′	»	(Straße von Otranto), Tiefe 500 *m.*
»	330.	18° 58′ 5″	»	38° 48′ 25″	»	(Jonisches Meer, Höhe von Cephalonia), Tiefe 500 *m.*
»	332.	Ebenda, Tiefe 250 *m.*				
»	336.	18° 40′	östl. Länge,	38° 31′ 10″	»	(ebenda), Tiefe 1520 *m.*
»	346.	20° 8′	»	38° 10′ 30″	»	(ebenda), Tiefe 1000 *m.*
»	360.	20° 23′	»	38° 42′	»	(westlich von Leukas), Tiefe 150 *m.*
»	363.	18° 56′ 18″	»	40° 45′ 20″	»	(Straße von Otranto), Tiefe 300 *m.*
»	380.	17° 32′	»	41° 40′	»	(südliche Adria), Tiefe 500 *m.*
»	391.	17° 52′ 9″	»	41° 49′ 40″	»	(südliche Adria), Tiefe 1000 *m.*
»	392.	Ebenda, Tiefe 250 *m.*				
»	397.	17° 31′	östl. Länge,	42° 11′ 5″	»	(südöstlich von Pelagosa), Tiefe 1000 *m*

Die bereits erwähnte sorgfältige Revision der Chätognathen durch Fowler (5) zeigt, wie viele der bisher aufgestellten Arten dieser Tiergruppe infolge ungenügender Charakterisierung seitens mancher Autoren als zweifelhaft und kaum bestimmbar zu bezeichnen sind. Die Chätognathen sind eben im allgemeinen so einheitlich gebaut, daß, um die einzelnen Arten zu fixieren und von einander abzugrenzen, soviel wie möglich spezielle Merkmale herausgearbeitet werden müssen. Eine Untersuchung der in meinem Materiale reichlich vertretenen fünf Spezies in diesem Sinne schien daher, wenn auch keine davon neu war, nicht aussichtslos.

Der systematisch wichtigste Teil eines Chätognathen ist der Kopf, da an ihm zahlreiche nach den Arten variierende Organe anzutreffen sind, die unter der Konservierung nicht leiden und meist leicht überblickt werden können. Die Flossen, welchen man früher große Bedeutung zuschrieb, haben — abgesehen davon, daß sie schon beim lebenden Tiere nicht immer intakt, bei konserviertem Materiale regelmäßig mehr minder stark hergenommen sind — oft bei verschiedenen Arten übereinstimmende Form oder zeigen bei derselben Spezies, je nachdem es sich um jugendliche oder reifere Individuen handelt, verschiedene Gestalt. Das letztere konnte ich in besonders auffallender Weise für *S. lyra* nachweisen.

Aber auch der Kopf erleidet mit zunehmendem Alter fortwährend Veränderungen. Diese beziehen sich jedoch weniger auf die Form und gegenseitige Lage der an ihm befindlichen Organe, als auf die Zahlenverhältnisse seiner Bewaffnung. Fowler (4) war der erste, der darauf hinwies und Tabellen anlegte, welche, als Resultat mühsamer Zählungen und Messungen an kleinsten bis größten Individuen je verschiedener Spezies, das nahezu typische Zunehmen, respektive Verlorengehen von Zähnen und Haken deutlich vorführen.

Die Fixierung einer Chätognathenspezies, die nur an der Hand eines größeren Materials möglich ist, wird daher außer in der Anlage erwähnter Tabellen hauptsächlich in einer detaillierten, von präzisen Zeichnungen begleiteten Schilderung des Kopfes eines erwachsenen Individuums bestehen. Daß die übrigen bisher zur systematischen Unterscheidung verwendeten Merkmale, wie: Verhältnis von Rumpf- und Schwanzsegment, Flossen, Ovarien und Samenblasen nicht zu vernachlässigen sind, ist selbstverständlich; es wird ihnen jedoch bei der Bestimmung von Chätognathen seltener entscheidende, meist nur bestätigende Bedeutung zukommen.

Die folgenden Ausführungen beabsichtigen, eine eingehendere Beschreibung des Chätognathenkopfes — und zwar zunächst nur für das Genus *Sagitta* — zu geben, als dies bisher in der Literatur geschehen ist, und auf die an ihm erkennbaren feineren speziellen Unterschiede hinzuweisen. Zu diesem Zwecke war auch ein genaues Studium der Kopfmuskulatur, über die nur äußerst wenig bekannt ist, in toto und mit Hilfe von Schnittserien notwendig. Auf die Resultate dieser Untersuchungen gedenke ich in einer ausführlicheren Publikation demnächst zurückzukommen; hier soll nur so weit auf einzelne Muskeln eingegangen werden, als sie das Relief des Kopfes bilden und am intakten lebenden oder aufgehellten Tiere sichtbar sind.

Die beste Übersicht gewährt der Kopf bei zurückgezogener Kappe und gespreizten, zum Erfassen der Beute bereiten Greifhaken. In diesem Zustande, auf den sich meine Angaben im allgemeinen beziehen, trifft man ihn auch gewöhnlich in konserviertem Materiale an. Sein Umriß ist dabei der eines gleichseitigen oder gleichschenkeligen Dreieckes mit gerade abgeschnittenen Ecken (Fig. 3*A*). Eine Profilansicht (Fig. 4*B*) zeigt, daß man einen vorderen flachen Stirnteil, vor dem Munde, und einen hinteren ventralwärts sich stark vorwölbenden Schlundteil unterscheiden kann. Die ventrale Mulde, welche den Übergang dieser beiden Teile herstellt, ist das Vestibulum (Grassi), in dessen Grunde die breite, im geschlossenen Zustande spaltförmige Mundöffnung (Fig. 1*E*, 2, 2*A*, 3, 4*Dm*) gelegen ist. Ihre Begrenzung ist dadurch, daß das hohe drüsige Darmepithel unmittelbar an das mit derber Cuticula versehene Epithel des Vestibulums stößt, histologisch sehr scharf, am Totopräparat aber namentlich nach vorne [1] hin nicht deutlich erkennbar. Als Schlund möchte ich den mit einer besonderen Muskulatur ausgestatteten Anfangsteil des Darmes bezeichnen. Die Oberseite des Kopfes ist gewöhnlich mäßig gewölbt (Fig. 4*B*); nur der über dem Gehirne lagernde Wulst blasiger Epithelzellen *(be)* springt mehr oder weniger stark vor.

Die Seitenteile des Kopfes werden von den beiden Lateralspangen (spranghe laterali Grassi) begrenzt Es sind dies, wie ich mich überzeugen konnte, rein epitheliale Gebilde, aber nicht etwa verdickte Cuticula, sondern zwischen dieser und den Epithelzellen gelegen. Die vorderen schlanken Enden

[1] Ich betrachte das Tier in normaler, horizontal schwimmender Lage.

der Lateralspangen überdachen die Stirne, ragen zuweilen auch etwas über diese hinaus und lassen dann das Vorderende mancher Chätognathen eigentümlich zweispitzig erscheinen (Fig. 2). Nach hinten divergieren sie (Fig. 3 *A*, *ls*), verbreitern sich und umgreifen die Greifhaken jeder Seite, indem sie sich eng an deren Rückenpfeiler (Krumbach) anlegen.

Die Bedeutung der Lateralspangen ist eine sehr große, denn, abgesehen davon, daß sie als wichtigste Skeletteile dem Kopfe Festigkeit verleihen, erfolgt durch sie, wie später gezeigt werden soll, indirekt das Spreizen der Greifhaken. Auf der Ventralseite des Kopfes liegen rechts und links über jedem Muskelwulst des Schlundteiles die kleineren Ventralspangen (vergl. 7, Taf. X, Fig. 2, 3 und 7).

Die Kopfbewaffnung besteht aus den Vorderzähnen, den Hinterzähnen und den Greifhaken. Die Vorderzähne (Fig. 1 *E*, 2, 3, 4 *D*, *vz*) haben je nach der Art verschiedene Gestalt und Stellung: sie können spitz kegelförmig, nadel- oder dornförmig sein, sie decken einander dachziegelartig oder sind gespreizt gestellt. Ihre Beweglichkeit ist meist gering; ihre Maximalzahl wird im allgemeinen schon in früher Jugend erreicht und sie gehen auch am spätesten verloren. Der Konvergenzwinkel der beiden Reihen, welche jederseits durch die Basen der Vorderzähne gebildet werden, erweist sich ebenfalls zu speziellen Unterscheidungen brauchbar. Die Hinterzähne *(hz)* sind weniger variabel; ihre Gestalt ist mehr minder schlank kegelförmig, ihre Stellung so, daß die vorderen je nach ihrer Anzahl eine längere oder kürzere Kurve im Vestibulum bilden, die hinteren in gerader Linie längs des Randes der Lateralspange aufeinanderfolgen (Fig. 1 *E*, 2, 4 *B*, 4 *D*). Durch einen besonderen Muskel sind sie meist aufrichtbar. Ihre Maximalzahl wird erst im geschlechtsreifen Zustande erreicht, zu einer Zeit, wo Vorderzähne und Greifhaken schon längst vollzählig sind. Im späteren Alter beginnen sie auszufallen; nur bei *Sagitta hexaptera,* bei der sie in Rückbildung begriffen zu sein scheinen, beginnt dies früher. Bezüglich des Baues und der Terminologie der Greifhaken verweise ich auf Krumbach's verdienstvolle Arbeit (9). Ich kann nach eigenen Beobachtungen nur hinzufügen, daß zwar die Maximalzahl der Haken bald erreicht wird, zur Zeit der weiblichen Geschlechtsreife aber, zuweilen schon vor derselben, eine Lockerung und ein Ausfallen dieser Organe von unten nach oben einsetzt. Das Tier nimmt offenbar keine Nahrung mehr zu sich und bedarf nicht mehr der Fangwerkzeuge. Bei *Sagitta lyra* erleidet, wie ich später ausführen werde, die Gestalt der Greifhaken im Alter eine eigentümliche Veränderung.

Zähne und Haken sind, wie die Spangen, rein epitheliale Gebilde und wie die letzteren auch mit einer, freilich leicht abschürfbaren, Cuticula überzogen. Ich muß diesen Befund älterer Autoren hier nochmals auch meinen Untersuchungen zufolge hervorheben, weil Krumbach (9, p. 593) ihm widerspricht und die Haken von einem besonderen, zwischen Epithel und Muskulatur gelegenen Gewebe ableitet, das ich jedoch nirgends auffinden konnte.

Organe, welchen meines Erachtens Fowler mit Unrecht wenig systematischen Wert zuschreibt (5t p. 3), sind die hinter den Hinterzähnen gelegenen und zuerst von Grassi als follicoli vestibolari oder boccali, beschriebenen Vestibularorgane *(vo)*. Sie treten in zwei scharf gesonderten Typen, als Vestibularpapillen und als Vestibularwülste, auf. Bei ersteren bilden (Fig. 1 *E*, 3) einzelne Papillen, deren Gestalt kegel- bis knopfförmig sein kann, eine von den Seitenteilen des Kopfes hinter den Hinterzähnen beginnende und bis an die Mundöffnung reichende bogenförmige Reihe, wobei ihre Zahl in keinerlei Beziehung zu der der Hinterzähne steht. Den zweiten Typus kann man sich aus dem ersteren dadurch entstanden denken, daß die einzelnen Papillen zu einem meist unregelmäßig gebuckelten bogenförmigen Wulste (»ridge« Fowler) verschmolzen sind, der nach außen jederseits einen charakteristischen Vorsprung bildet, während er nach innen, oft unter Vermittlung einiger distinkter Höckerchen, allmählich in die Wand des Vestibulums übergeht (Fig. 2, 4 *D*).

Hinter den Vestibularorganen liegen, bald ganz im Vestibulum, bald mehr auf die Seitenteile des Kopfes verschoben, die Vestibulargruben (Fig. 1 *E*, 2, 3, 4 *D*, *vg*). Da sie mit einem hohen Drüsenepithel ausgekleidet sind, dürften sie Organe vorstellen, deren stark cyanophiles Sekret vielleicht eine lähmende Wirkung auf die ergriffene Beute ausübt. Grassi, der diese Organe histologisch zutreffend als fossette vestibolari beschreibt, möchte sie merkwürdigerweise als Sinnesorgane in Anspruch nehmen.

Auf der Oberseite des Kopfes und stets auch mehr oder weniger weit auf den Rumpf übergreifend liegt die Flimmerkrone oder Corona (corona cigliata Grassi). Ihre große systematische Bedeutung wurde von Anfang an erkannt; leider ist aber bei konserviertem Materiale oft nicht eine Spur von ihr zu erblicken. Sie stößt mit ihrem vordersten Rande an das Gehirngrübchen (fossetta retrocerebrale), das Grassi schon als Sinnesorgan genau bekannt war (6, p. 71), während Schneider ihm eine andere eigenartige Deutung gibt (13, p. 696). Ich fand die Gegend, wo dieses Organ zu suchen ist, bei jungen Individuen von *S. bipunctata,* die ich lebend in Triest beobachten konnte, schön dunkelblau pigmentiert.

Der Stirnteil des Kopfes wird im Innern durch eine vertikale Bindegewebslamelle symmetrisch in eine rechte und linke Hälfte geteilt. Diese Lamelle dient als Insertionsfläche von vier paarigen Muskeln (Fig. 1 *E,* 2, 3, 3 *A,* 4 *D*). Den kräftigsten davon kann man als M. expansus superior (wohl der espanso preorale Grassi's) bezeichnen. Er *(es)* zieht im Bogen jederseits zur entsprechenden Lateralspange, um längs ihrer vorderen Hälfte auf ziemlich weitem Felde zu inserieren. Hinter diesem Muskel liegt ein zweiter *(co 1)*, dessen Fasern die Mundöffnung umgreifend nach hinten und unten verlaufen, um sich an die Seitenteile des Vestibulums anzuheften. Ich möchte ihn im Gegensatze zu einem andern, gleich zur besprechenden Muskel M. constrictor oris primus nennen, da seine Kontraktion das Vestibulum und damit auch die Mundöffnung verengert. Im vorderen Teil des Vestibulums breitet sich der M. expansus inferior *(ei)* aus. Er verhält sich je nach der Spezies verschieden; gewöhnlich zieht er zu den Hinterzähnen und vermag diese aufzurichten, während zu den Vorderzähnen der vierte der erwähnten Muskeln der M. obliquus capitis brevis *(ob)* in Beziehung steht. Dieser liegt ganz vorne, oberhalb des M. expansus superior (Fig. 3 *A*).

Auf der Oberseite des Kopfes fallen drei kräftige, bei allen von mir untersuchten Chätognathen in gleicher Weise ausgebildete Muskeln auf. Der eine, der M. obliquus superficialis (Grassi), hat die Gestalt eines gleichschenkligen Dreieckes mit abgerundeter Basis (Fig. 3 *A*, *os*), liegt direkt unter der Haut und ist durch das dorsale Mesenterium des Schlundes in zwei symmetrische Hälften geteilt. Die zweite, der M. obliquus capitis longus (wohl Grassi's obliquo posteriore), verbindet in Gestalt eines Bandes *(ol)* jederseits den vorderen Teil der Lateralspange mit gewissen, zuseiten des M. obliquus superficialis gelegenen Partieen der dorsalen Körperwand. Endlich sehen wir noch einen dritten, außerordentlich kräftigen paarigen Muskel, den M. transversus dorsalis *(td)*. Er inseriert einerseits am dorsalen Mesenterium des Schlundes unterhalb des M. obliquus superficialis, andererseits am hinteren abgerundeten Rande der Lateralspange und greift somit auch etwas auf die Ventralseite über (Fig. 3).

Auf der Unterseite fällt der scharf konturierte M. bicornis *(mb)* auf. Ich behalte den Namen Grassi's (complesso mediano) deshalb nicht bei, weil die Fasern dieses Muskels gar nicht durchflochten sind, sondern alle im selben Sinne verlaufen. Anders verhält es sich mit dem M. complexus lateralis *cl)*, der aus mannigfaltig sich durchkreuzenden Faserbündeln besteht. Grassi hat jedoch zu seinem complesso laterale einen zweiten Muskel gerechnet, der dorsal liegt und aus parallelen, die Schneidenpfeiler der Greifhaken mit den Lateralspangen verbindenden Fasern besteht. Es ist der M. adductor uncinorum (Fig. 3 *A*, *ad*), der als gesonderter Faserzug bereits von Hertwig erkannt wurde (7, p. 243, Zeile 21—24 v. o.) Die Kontraktion dieses Muskels bewirkt das Zusammenschlagen der Haken, während das Spreizen derselben hauptsächlich durch die kombinierte Aktion von M. transversus dorsalis und Lateralspange bewerkstelligt wird. Der Muskel sucht nämlich die hinteren, den Haken eng anliegenden Enden der Spange der Medianlinie zu nähern, wobei auf die in der Muskulatur steckenden Rückenpfeiler der Haken ein starker Druck ausgeübt und der aus der Muskulatur hervorragende Teil des wie ein zweiarmiger Hebel beweglichen Hakens nach außen (in die Angriffsstellung) gedreht wird.

Der völlige Verschluß des Mundes erfolgt mit Hilfe des M. constrictor oris alter *(co 2)*, eines Muskels, der einerseits noch weiter innen an der Wand des Vestibulums als der M. constrictor oris primus, andererseits am vordersten Ende der Lateralspange, zwischen dem M. expansus superior und dem M. obliquus longus inseriert. Er vermag die seitlichen, unmittelbar in der Umgebung des Mundes gelegenen Partieen des Vestibulums jederseits weit nach vorne zu ziehen. Dadurch wird, natürlich auch unter Mithilfe des M. constrictor oris primus, der Mund zu einem *T*-förmigen Spalt geschlossen (Fig. 2 *A*). Die

Antagonisten dieser Konstriktoren sind im Innern des Kopfes gelegen und können nur auf Schnittserien verfolgt werden.

Unabhängig von diesen direkt zum Munde in Beziehung stehenden Muskeln ist jedoch noch ein besonderer Dilatator des Vestibulums da, der (Fig. 1*E*, 2, 3, 4*D*, *dv.e*) von der Gegend hinter den Vestibulargruben im Bogen nach hinten zu den Lateralspangen zieht, um hier zwischen den Ansatzstellen des M. expansus superior und M. adductor uncinorum zu inserieren. Die ventrale — dem Vestibulum nächste — Hälfte dieses Muskels besteht aus zwei Teilen, einem vorderen und einem hinteren, deren Fasern sich unter schiefem Winkel schneiden *(dv. e)* und zwei Muskeln statt eines vortäuschen; allein in der dorsalen — der Spange nächsten — Hälfte werden die Fasern beider Teile einander parallel und sind dann nicht mehr zu trennen. Ich bezeichne diesen Muskel im Gegensatze zu einem andern, mehr in der Tiefe gelegenen von ähnlicher Aktion als M. dilatator vestibuli externus.

Die Basalmembran der Körperdecke pflegt in der Gegend hinter den Lateralspangen auf unregelmäßig begrenztem, teilweise in die Kappe (s. u.) ragendem Bezirke stark verdickt zu sein (vergl. Hertwig's Monographie p. 241, woselbst sie als »Gallerte« bezeichnet ist) und stellt dann einen Skeletteil — ich nenne ihn Skelettplatte (Fig. 4*B*, *sk*) —, der der Insertion besonderer »Halsmuskeln« dient, vor. Es sind jederseits zwei, der M. rectus colli externus und internus *(re, ri)*, deren Verlauf am besten auf einer Profilansicht des Kopfes ersichtlich wird (Fig. 4*B*, 3*A*). Der erstere hat *(re)* seinen Kopf an der hinteren ventralen Kante der Lateralspange, knapp vor der Insertion des M. transversus dorsalis (Fig. 3). Er ermöglicht Nickbewegungen, was ich an der lebenden *S. bipunctata*, wo dieser Muskel besonders kräftig entwickelt ist, direkt beobachtete. Als Antagonist fungiert der M. rectus colli internus *(ri)*, dessen Kopf ebenfalls knapp vor der Insertion des M. transversus dorsalis an die Lateralspange, aber an deren dorsalem Innenrande liegt und der, den transversus von innen umgreifend (Fig. 3*A*, 4*B*), unterhalb des M. rectus externus an der Skelettplatte inseriert. Übrigens sei bemerkt, daß auch der M. obliquus superficialis, der ja auf den Rumpf übergreift, antagonistisch zum M. rectus colli externus wirken kann. So erklärt sich auch das Fehlen des M. rectus internus in manchen Fällen *(S. bipunctata)*.

Ein Muskel endlich, der wie die zuletzt erwähnten ebenfalls einen Übergang zwischen Kopf und Rumpf herstellt, ist der M. transversus ventralis. Seine hintere Hälfte kommt zwischen die beiden ventralen Längsbänder zu liegen (Fig. 3, *tv*), seine vordere inseriert rechts und links an der Körperwand; nur ein kleiner Teil reicht in die Kappe hinein. Er ist der einzige unpaare Muskel des Kopfes.

Die Kappe oder Haube (prepuzio Grassi) hat noch durch keinen Autor eine vollkommen zutreffende Beschreibung erfahren. Eine dorsale Trennung in zwei Hälften, wie sie Hertwig (7, p. 205) behauptet, kommt niemals vor; die Kappe stellt vielmehr eine rings um den Kopf kontinuierlich veraufende Falte dar. Die Linie, längs welcher ihr Ansatz an den Kopf erfolgt, reicht, wie aus Fig. 3*A* ersichtlich ist, in der Mitte der Dorsalseite bis nahe an den Stirnrand, verläuft symmetrisch außerhalb des Gehirns und der Augen nach hinten und biegt dann hinter der Lateralspange nach unten, um auf der Ventralseite (Fig. 3) wieder sich sanft nach vorne zu wenden und in der Medianlinie, in geringer Entfernung vom M. bicornis, in sich selbst zurückzukehren. Gehirn, Nervi optici und Augen liegen daher im Kopfe und nicht, wie Grassi (6, p. 48) behauptet, in der Kappe; nur die Kommissur zwischen Gehirn und Bauchganglion verläuft teilweise darin. Die innere, dem Kopfe anliegende Wand der Kappe ist in ihrer ganzen Ausdehnung mit einem einschichtigen Drüsenepithel überzogen, dessen Zellen im allgemeinen kubisch sind, gegen den freien Rand der Kappe zu aber, namentlich auf der Dorsalseite, rasch lang zylindrisch werden und daselbst schon bei schwacher Vergrößerung sichtbare Zotten und Papillen bilden (Fig. 3, 3*A*, *dr*).

Der über dem Gehirne lagernde Wulst blasiger Epithelzellen (Fig. 4*B*, *bc*) setzt sich rechts und links auf die Außenwand der Kappe, deren Epithel sonst platt und einschichtig ist, in Form zweier Streifen, die über den zum Bauchganglion ziehenden Kommissuren liegen, fort. Da er, namentlich in der Mitte, hoch ist und etwas hinten überragt (Fig. 4*B*), erblickt man auf der Oberseite des Kopfes knapp vor

den Augen eine scharfe Linie (Fig. 3*A*), die Grassi (6, p. 48) zur Meinung verleitete, die Kappe sei hier einer Faltung fähig.

Zwischen der Außen- und Innenwand der Kappe, in welche sich übrigens die Kopfhöhle bis zum Rande fortsetzt, finden wir Bindegewebe und zwei distinkte Muskeln: den M. protractor und den M. retractor praeputii. Der erstere (Fig. 3, 3*A*, *p. pr*) verläuft als vollständiger Sphinkter rings um den freien Rand *(rk)* der Kappe. Ist diese vorgezogen (Fig. 2*A*), so kann man ihn, da er dann ganz auf die Ventralseite gerückt ist, besonders schön beobachten, wie er als breites Band die kreisförmige Öffnung umgibt, welche auch bei seiner stärksten Kontraktion in der Kappe erhalten bleibt. Der Retractor (Fig. 3*A* *r. pr*), bedeutend kräftiger entwickelt, ist ein paariger Muskel, der einerseits auf der Dorsalseite an dem das Gehirn umgebenden widerstandsfähigen Bindegewebe (Mantelgewebe Schneider), andrerseits seit ich an der Skelettplatte des Halses inseriert. Seine die Kappe zurückstreifende Wirkung wird natürlich unterstützt durch die sich spreizenden Haken, dann aber auch durch die beiden ventralen Längsmuskelbänder des Rumpfes, die jederseits (Fig. 3, *vl*) ein Stück weit in die Kappe ragen und an deren Außenwand sich festheften.

Die folgende Besprechung der einzelnen Arten, die mir zur Untersuchung vorlagen, wird mir Gelegenheit geben, auf noch einen Punkt der Organisation hinzuweisen, dem Fowler (5, p. 4), wie ich glaube, mit Unrecht jeden systematischen Wert abspricht. Es sind dies die Ovarien. Auch sie lassen mehrere Typen unterscheiden, die bereits auf frühen Entwicklungsstadien auseinandergehalten werden können. Auch die Größe der reifen Eier ist bedeutenden Schwankungen unterworfen. Im Gegensatze zu Grassi (6, p. 85) konnte ich gerade bei den kleinen Arten nicht nur relativ, sondern auch absolut viel größere Eier konstatieren als zum Beispiel bei *S. hexaptera*. Bei letzterer Art haben die reifen Eier einen Durchmesser von zirka 0·1 *mm*, während sie bei der dreimal so kleinen *S. bipunctata* und *inflata* einen Durchmesser von 0·18, beziehungsweise 0·2 *mm* erreichen.

Sagitta hexaptera d'Orb.

Fig. 3, 3*A*, 3*B*.

Diese Art, deren Identität mit *S. tricuspidata* Kent und *S. magna* Langerhans seit den Untersuchungen Fowler's (5, p. 11) zweifellos ist, lag mir in Individuen bis zu 45 *mm* Länge vor. In Ergänzung zu Fowler kann ich noch anführen: Die vorderen Enden der Lateralspangen ragen niemals über die Stirne hinaus. Diese ist bei vollkommen gespreizten Haken nie, wie zum Beispiel bei *S. bipunctata* deutlich zweispitzig. Wohl kann man aber letzteres bei Tieren beobachten, die im Begriffe sind die Haken zusammenzuschlagen und die Kappe teilweise vorgezogen haben. Die Vorderzähne sind lang, kantig dolchförmig mit verbreiterter Basis, decken sich nicht dachziegelartig, sondern stehen gespreizt. Durch den M. obliquus capitis brevis sind sie aufrichtbar und werden oft horizontal abstehend angetroffen, wie ich es in Fig. 3 für die rechte Seite angedeutet habe. Ich zählte stets nur 3 oder 4; in letzterem Falle war der innerste meist etwas kleiner als die übrigen. Der Konvergenzwinkel der beiden Reihen ist sehr stumpf. Die Hinterzähne *(hz)* scheinen bei dieser Art im Schwunde begriffen zu sein, gehen jedenfalls leicht verloren, da ich sie öfters gerade bei größeren Individuen auf beiden oder wenigstens auf einer Seite ganz vermißte. Auch der M. expansus inferior *(ei)* ist schwach entwickelt und reicht nicht bis zu ihnen. Die Maximalzahl der Haken, zehn, konnte ich nur bei kleineren, bis 30 *mm* langen Individuen konstatieren und immer nur auf einer Seite. Mit dem Weiterwachsen des Individuums setzt ein allmähliches Ausfallen der Haken ein. Dies geht nicht nur aus meiner Tabelle (s. u.) sondern auch aus der Fowler's (5, p. 13) hervor, ohne daß vom genannten Forscher besonders darauf hingewiesen worden wäre. Die Vestibularorgane *(vo)* bestehen jederseits aus zirka 10 spitz kegelförmigen Papillen, gehören also dem ersten der in der Einleitung erwähnten Typen an. Die Papillen liegen nicht genau hintereinander, sondern etwas unregelmäßig, stellenweise auch in doppelter Reihe. Die zu innerst gelegenen sind klein, höckerförmig

und haben die Tendenz, miteinander zu verschmelzen. Die Vestibulargruben *(vg)* liegen mehr ventral als lateral; sie sind als dunkle, granulierte Stellen leicht kenntlich.

Die Ovarien (Fig. 3*B, o*) wachsen von ihrer Anlage an der dorsalen Körperwand zunächst nach unten, biegen dann ungefähr auf halber Körperhöhe nach vorne um und entwickeln sich in dieser Richtung weiter, wobei ihre Dicke nur in geringem Maße zunimmt. Daher wird nur ein kleiner Teil der Rumpfhöhle von ihnen eingenommen und ihre charakteristische knieförmige Biegung bleibt stets deutlich.

Ich habe Messungen der Ovarien ebenfalls in meine Tabellen aufgenommen und bemerke, daß ich unter »Länge der Ovarien« den Abstand ihres vordersten Endes vom Rumpf-Schwanzseptum, im vorliegenden Falle also nur die Länge des horizontalen Schenkels verstehe. In die Maße für den gesamten Körper sowie für das Schwanzsegment ist die Schwanzflosse nicht einbezogen. Die Angaben über die Kopfbewaffnung beziehen sich nur auf eine Seite.

Gesamtlänge in Millimetern	Davon kommen auf das Schwanzsegment	Länge der Ovarien in Millimetern	Zahl der Haken	Zahl der Vorderzähne	Zahl der Hinterzähne
16	3	—	9—10	3	3
18	5	1	9—10	3—4	2
22	4—4·5	1	9—10	3—4	2—4
24	4	1·6	9	3—4	3
30	5·3	1	9—10	3—4	3—4
31	5	8	8	—	—
32	6	5	7	3	1—2
33	6·2—7	6·2—7·5	7—8	3—4	0—1
34	6·5—7	3—8·5	7—8	3—4	0—3
36	7	5	—	3—4	0—1
37	8	5·5	8	3	2—3
38	7·5—8	7·5—7·8	7	3	0—2
42	7·5	7·5	7	3	—
45	9	12·5—15	—	—	—

Das Schwanzsegment beträgt daher 16—21 % der Gesamtlänge.

S. hexaptera wurde gefunden in den Stationen: 26, 69, 130, 138, 158, 169, 201, 202, 211, 221, 224, 233, 342, 354.

Sagitta lyra Krohn.

Fig. 1, 1 A—E.

Sagitta furcata Steinhaus (14).

Die Veränderungen, die an diesem Chätognathen, wie schon eingangs erwähnt, mit zunehmendem Alter vor sich gehen, machen es begreiflich, daß man, solange es nicht möglich war, an der Hand eines passenden Materials vollständige Entwicklungsreihen von jungen bis zu ganz alten Individuen zu verfolgen, hier zwei Spezies unterscheiden zu müssen glaubte. Ein Vergleich der folgenden Ausführungen

mit den bisherigen Beobachtungen an *S. lyra* (Krohn, Grassi) einerseits und »*S. furcata*« (Steinhaus, Krumbach, Fowler) andererseits wird die übrigens schon von Fowler vermutete (4, p. 64) Identität dieser beiden Arten erweisen.

Der Körper von *S. lyra* erinnert in seiner Konsistenz an *S. hexaptera* ist, jedoch etwas schlanker (Fig. 1, 1 *A*); ältere Individuen schrumpfen leicht bei der Konservierung und haben dann ein fast gedrungenes Aussehen (Fig. 1 *B*). Bis zum Beginne der Hinterflossen bewahrt der Körper ungefähr gleichen Durchmesser; von da an geht er bis zum Hinterende allmählich spitz zu, wobei zwischen Rumpf- und Schwanzsegment sich gewöhnlich eine kleine Einschnürung bemerklich macht. Fig. 1 zeigt die typische Flossenform, wie sie bei *S. lyra* bis zur erlangten männlichen Reife, was man an den prall gefüllten Samenblasen *(sb)* erkennt, anzutreffen ist. Das Tier hat dabei eine Länge von 18—25 *mm*. Die Vorderflossen sind lang und bandartig, die vordere Hälfte kaum merklich schmäler als die hintere. Nur im letzten Achtel ist die Flosse in ganzer Breite von Strahlen durchsetzt; im übrigen Teile sind sie nur auf den äußeren Rand beschränkt, werden rostrad immer kürzer und schütterer und fehlen endlich ganz. Die spitzovalen Hinterflossen sind bedeutend kleiner und — auf diesem Stadium — vollständig von Strahlen durchzogen. Die Schwanzflosse hat die Gestalt eines Dreieckes mit abgerundeten Ecken und eingebuchteter Basis. Sekundär findet jedoch regelmäßig eine Zerreißung der Schwanzflosse in zwei Lappen statt (Fig. 1 *A*, 1 *B*), und nur bei sehr jungen Individuen traf ich sie noch intakt an.

Die Umwandlung in den »*lyra*«-Typus erfolgt durch besonderes Wachstum der Hinterflossen. Es bilden sich von diesen aus zunächst schmale Stege nach vorn (Fig. 1 *A*, *x*) und nach hinten (*x'*), so daß einerseits die Vorderflossen, andererseits die Samenblasen erreicht werden. Noch später tritt (Fig. 1 *B* auch eine Verbreiterung der Hinterflossen auf, die durch das Wachstum der inneren, an den Körper stoßenden Seite bedingt ist. Dieses zugewachsene Stück *(y)* entbehrt ebenso wie der vordere Steg *(x)* der Flossenstrahlen. Der hintere Steg *(x')*, der übrigens oft schon sehr früh auftrift, ist dagegen in typischer Weise mit solchen versehen.[1]

Stark geschrumpfte Individuen, die ganz Fowler's Fig. 10 auf Taf. IV (4) entsprachen, fanden sich in meinem Materiale auch vor. Es sind immer ältere Tiere, deren *lyra*-mäßige Flossengestalt aber nicht, wie Fowler meint, durch den kontrahierten Zustand vorgetäuscht wird, sondern tatsächlich schon vorhanden ist. Ich muß auch ausdrücklich bemerken, daß die Konsistenz der paarigen Flossen bei *S. lyra* im Alter außerordentlich zunimmt und sie daher gewöhnlich gut erhalten sind.

Der Kopf ist auch bei ausgebreiteten Haken nur wenig breiter als der Rumpf; eine Verdickung der Halsepidermis (Collerette Fowler) fehlt. Ein Vorragen der Lateralspangen über den Stirnteil habe ich nie beobachtet. Die verhältnismäßig kleinen Vorderzähne (Fig. 1 *E*, *vz*) sind nach außen gedreht und decken sich nicht dachziegelartig. Da sie sehr hoch oben beginnen, sind sie teilweise auch von der Dorsalseite sichtbar; der Konvergenzwinkel der beiden Reihen ist ein sehr spitzer; manchmal verlaufen sie ausgesprochen parallel zueinander. Ich habe die Vorderzähne auch bei den ältesten Individuen stets in unverminderter Anzahl angetroffen. Dagegen zeigen die kegelförmigen Hinterzähne (*hz*) analog zu *S. hexaptera* die Tendenz, bei erreichter weiblicher Reife des Tieres auszufallen. Aus meiner Tabelle (s. u.) geht dies nicht hervor, da ich diese Beobachtung nur an alten geschrumpften Individuen gemacht habe, die zu Messungen nicht geeignet waren. Im Gegensatze zu *S. hexaptera* ist der M. expansus inferior *(ei)* viel stärker entwickelt. Er breitet sich ziemlich weit aus und reicht nicht nur bis unter die Hinter-, sondern auch bis unter die Vorderzähne, dürfte daher auch zur Bewegung der letzteren beitragen.

Die Greifhaken von *S. lyra* haben, ebenso wie deren Flossen, die Eigenschaft, mit zunehmendem Alter ihre Gestalt zu verändern. Fig. 1 *D* zeigt die drei noch erhaltenen, wahrscheinlich jüngsten Haken

[1] Die Inkongruenz meiner Figuren mit denen Fowler's (4, Fig. 7—9, Taf. IV) erklärt sich dadurch, daß bei seinen Exemplaren infolge der Konservierung die Vorderflossen sich wahrscheinlich teilweise an den Körper angelegt hatten und daß dann nur ihr hinteres von ganzen Strahlen gestütztes Ende sichtbar war. Die Gestalt der Hinterflossen hatte Steinhaus (14) besser festgehalten.

eines älteren Individuums. Ihre eigentümlich krallenartige Gestalt ist nicht ursprünglich, sondern ist dadurch zu stande gekommen, daß an einem normalen Haken lokale Vermehrung der Hakensubstanz an zwei Stellen der Schneidenbasis (Fig. 1 *C*, *z*, *z'*) eingesetzt hat. Namentlich der Teil *z* verdickt sich stark und wächst noch ein Stück weit aus dem Kopfe heraus. Zugleich verbreitert sich die ganze Basis, wahrscheinlich durch Vermehrung der Pulpazellen, und es erfolgt eine kleine Knickung des Hakens in der Gegend zwischen den beiden Wachstumszonen *z* und *z'*. Auf den Schneidenpfeiler *(sp)* wirken diese Veränderungen in der Weise, daß seine Ansatzlinie an den Haken sich auf die ventrale Seite der Zone *z* (das Tier in natürlicher Lage gedacht) verschiebt und sein distales, der Zone *z'* anliegendes dünnes Ende abbricht. Diese Umwandlung setzt schon vor erlangter weiblicher Reife bei allen Haken ein, gelangt jedoch nur bei den 3 oder 4 dorsalsten zur Vollendung, da die übrigen inzwischen gewöhnlich ausgefallen sind.[1] Es erfolgt dieses Ausfallen, das schon Doncaster bemerkt hat (3, p. 217), jedoch viel rascher als bei *S. hexaptera*, bei der auch das Reifen der Ovarien längere Zeit in Anspruch zu nehmen scheint als bei *S. lyra*.

Die Vestibularorgane (Fig. 1 *E*, *vo*) gehören demselben Typus wie die von *S. hexaptera* an. Die Papillen liegen jedoch jederseits in einer ununterbrochenen Reihe, sind nicht so spitz, sondern mehr halbkugelig und zeigen keine Tendenz zur Verschmelzung. Bei alten Individuen erscheinen sie gewöhnlich weiter voneinander gerückt und von knopfförmiger Gestalt. Die Vestibulargruben *(vg)* liegen weiter lateral als bei *S. hexaptera* und sind daher von der Ventralseite nicht immer ganz sichtbar.

Die Ovarien haben dasselbe Aussehen wie die von *S. hexaptera*, nur ihre Lage in Bezug auf den Enddarm ist nicht dieselbe. Während bei genannter Art die Analöffnung (Fig. 3 *B*) ebenso nahe dem Rumpf-Schwanzseptum liegt wie die Mündung des Receptaculum seminis, ist sie bei *S. lyra* etwa um den halben Höhendurchmesser des Septums, also um ein bedeutendes Stück weiter nach vorn verschoben. Zur Zeit der männlichen Reife sind die Ovarien noch verhältnismäßig kurz; ihre völlige Reife fällt, wie ich auf Grund einiger Beobachtungen vermute, erst in die letzte Lebensperiode der Tiere, wenn jedes Wachstum aufgehört hat und wahrscheinlich keine Nahrung mehr aufgenommen wird, da Hinterzähne und Haken bereits ausgefallen sind.

Tabelle.

Gesamtlänge in Millimetern	Davon kommen auf das Schwanzsegment	Länge der Ovarien in Millimetern	Zahl der Haken	Zahl der Vorderzähne	Zahl der Hinterzähne
16	2·5—3·5	0·8	7—9	5—7	7—10
18	3—4	1—1·5	8—9	6—7	7—11
19	3·2—4	1·6	8—9	7—8	10
20	3—4·5	—	7—9	7	8—10
21	3·5—4	2·8	7—8	6	10—11
22	3·8—4	0·75	8	7—8	9—10
23	4	—	8	7	—
25	4	0·35—1·8	9	7—8	10

[1] Fowler bildet (4, Fig. 41, Taf. VI) die drei jüngsten Haken für eine seiner »species indeterminatae«, deren Zugehörigkeit zu *S. furcata* er vermutet (p. 74), ab. Er hat zweifellos *S. lyra* vor sich gehabt.

Gesamtlänge in Millimetern	Davon kommen auf das Schwanzsegment	Länge der Ovarien in Millimetern	Zahl der Haken	Zahl der Vorderzähne	Zahl der Hinterzähne
26	4—5	0·25—0·75	8—9	6—8	9—10
27	4	0·5	8	—	—
28	4·5	1	8	7—8	—
29	4·5—5	0·5—2·2	8	7	7—10
30	5	2·2	8	7—8	9—10

Nach diesen Messungen entfallen auf das Schwanzsegment 17—23 % der Gesamtlänge.

Wie bereits erwähnt, wurde *S. lyra* nur in Schließnetzfängen beobachtet. Am reichlichsten war sie in Station 49, 314 und 360, also in Tiefen von 150—250 *m* vertreten. Man wird sie daher als eine Art bezeichnen, deren Wohngebiet das Mesoplankton ist und die ihre größte Dichte an der Grenze zwischen Epi- und Mesoplankton erreicht. Dieses Ergebnis stimmt sowohl mit den Schließnetzfängen des »Research« im Golfe von Biscaya (4) als mit denen des »National« im Atlantischen Ozean (14) überein. Mit Unrecht bezeichnet jedoch Lo Bianco (11, p. 215) auf Grund von Beobachtungen im Tyrrhenischen Meere *S. lyra* als »panteplanktonisch«, d. h. die größten Tiefen bis zur Oberfläche hinauf bewohnend, da die Verhältnisse in diesem Meere, wo Tiere durch Strömungen passiv aus der Tiefe an die Oberfläche gebracht werden, nicht verallgemeinert werden können (vergl. 5, p. 70 und 3, p. 217).

S. lyra wurde gefunden in den Stationen: 49, 86, 228, 231, 268, 288, 289, 302, 309, 310, 311, 314, 320, 330, 332, 336, 346, 360, 363, 380, 391, 392, 397.

Sagitta inflata[1] Grassi.

Fig. 4, 4*A*—*D*.

Sagitta brachycephala Moltschanoff (12).

Die schlaffe Konsistenz des scheinbar aufgeblasenen, muskelschwachen Körpers läßt diese Art von allen übrigen schon mit freiem Auge unterscheiden. Der Kopf ist bei gespreizten Haken breit und kurz; die vordersten Enden der Lateralspangen ragen zuweilen etwas über die Stirne hinaus, ohne daß jedoch ein so charakteristisch zweispitziges Vorderende zu stande käme, wie es für *S. bipunctata* typisch ist.

Die Vorderzähne (Fig. 4 *D*, *vz*) sind sämtlich nach innen gekehrt und decken sich dachziegelartig; der Konvergenzwinkel der beiden Reihen ist ein stumpfer bis rechter. Mit Rücksicht auf die Breite des Kopfes bilden die Hinterzähne *(hz)* eine flache Kurve. Die Vestibularorgane *(vo)* sind als Vestibularwülste entwickelt. Die kreisrunden Vestibulargruben sind ziemlich weit nach innen verschoben. Bemerkenswert ist auch die schwache Entwicklung des M. expansus inferior *(ei,)* der nicht zu den Hinterzähnen verläuftf, sondern sich nach hinten wendet und an der Schließung des Mundes beteiligt sein dürfte.

Die Corona war nicht immer gut sichtbar, dort, wo sie sich jedoch noch erhalten hatte, zeigte sie stets die eigentümlich in der Mitte stark eingeschnürte Gestalt, wie ich sie in Fig. 4 *A* wiedergebe. Sie war immer sehr regelmäßig ausgebildet und Variationen kamen nur insoferne vor, als der Teil hinter der

[1] Die Änderung des ursprünglichen Namens »*enflata*« wurde nach Art. 19 der internationalen Regeln der zoologischen Nomenklatur (Zool. Anz., Bd. 28, p. 576) vorgenommen. Es kann Grassi nicht unbekannt gewesen sein, daß ein Verbum »enflare« der lateinischen Sprache fremd ist, so daß die Annahme eines Schreibfehlers im vorliegenden Falle berechtigt ist.

Einschnürung zuweilen nicht so kreisrund, sondern etwas eckig war. Bildungen, wie sie Fowler (5) auf Taf. I, Fig. 10 und 11 darstellt, habe ich niemals beobachtet.

Der Entdecker der Art, Grassi, hat schon auf die auffallende Kürze der reifen Ovarien hingewiesen (6, p. 13). Ihre sanft gebogene keulen- oder wurstförmige Gestalt (Fig. 4) ist schon auf frühen Entwicklungsstadien kenntlich; eine fast rechtwinkelige Knickung, wie bei *S. hexaptera* und *S. lyra*, kommt nicht vor. Zum Unterschiede gegenüber andern Arten (*S. bipunctata, S. serratodentata*), deren Ovarien auf gewissen Stadien ein ähnliches Aussehen haben, sei hervorgehoben, daß sie bei *S. inflata* auch bei kräftigster Ausbildung nie die ganze Breite der Rumpfhöhle einnehmen. Fig. 4 *C* gibt ein Habitusbild. Die schmalen Vorderflossen sind nur bei vorzüglich konservierten Individuen sichtbar.

Tabelle.

Gesamtlänge in Millimetern	Davon kommen auf das Schwanzsegment	Länge der Ovarien in Millimetern	Zahl der Haken	Zahl der Vorderzähne	Zahl der Hinterzähne
9	1·5	0·25	9—10	5—6	10—12
10	1·7	0·25	9	5	10
11	1·6—2·3	0·25—1	9—10	6—8	9—13
12	1·6—2·5	0·6	9—10	7—10	12—14
13	2—2·7	1—1·8	9—10	7—8	10—14
14	2—2·9	0·8	9—10	7—9	14—15
15	2·1—3	0·5—1·2	8—10	7—9	13
16	2·5—3·5	0·5—1·1	9—10	7—9	13—16
17	2·3—3·5	0·7—2·2	9—10	7—10	13—17
18	2·5—3	1—1·8	9—10	8—9	12—14
19	2·8—3·2	1—1·5	9—10 (12)	8—11	13—18
20	2·9—3	0·9—1·6	8—10	8—10	14—15
21	3·2	1·5	10	—	15
23·3	3	2	10	9—10	15

Nach diesen Messungen kommen auf den Schwanz 16—22% der Gesamtlänge.

Daß Moltschanoff's *S. brachycephala* (12, p. 208) nichts anderes als *S. inflata* sein kann, ergibt sich schon aus dem Vergleiche mit der Originalbeschreibung Grassi's.

Lo Bianco, der einzige, der diese Art bisher in einigen Schließnetzfängen beobachtet hat, rechnet sie zum sogenannten »Knephoplankton« (zwischen zirka 30 und 500 *m*) und leugnet ihr Vorkommen an der Oberfläche (11, p. 215 und 232). Allein auch in Bezug auf diese Spezies muß man die eigentümlichen Verhältnisse des Tyrrhenischen Meeres berücksichtigen, und ebenso wie *S. lyra* von den Strömungen an die Oberfläche gebracht wird, so kann *S. inflata* durch Gegenströmungen gelegentlich nach unten entführt werden. Ihr Vorkommen in Schließnetzen ist daher nur als zufällig zu betrachten. Zu sehr sprechen gegen Lo Bianco außer den schon in der Einleitung angeführten Resultaten der Pola-Expedition auch die Ergebnisse von Steinhaus (14, p. 37, 42ff.) und Fowler (5, p. 55), wonach *S. inflata* gerade die obersten Schichten bewohnt und wohl mit dem Vertikalnetz, niemals aber mit dem Schließnetz gefangen wurde.

Man wird daher nicht fehlgehen, wenn man als Wohnort von *S. inflata* das obere Epiplankton bezeichnet.

In der Rumpfhöhle einer Seite fand sich zuweilen nahe der Analöffnung parasitisch ein Trematod vor; immer war dann das Ovarium der betreffenden Seite stark reduziert oder überhaupt nicht sichtbar.

S. inflata wurde gefunden in den Stationen: 5, 41, 60, 105, 106, 114, 115, 117, 118, 124, 125, 126, 127, 130, 138, 142, 143, 147, 150, 154, 159, 170, 173, 182, 189, 190, 198, 201, 202, 211, 215, 221, 236, 241, 242, 245, 250, 254, 257, 269, 273, 277, 280, 281, 386, 361.

Sie befand sich meist in Gesellschaft von *S bipunctata.*

Sagitta bipunctata Q. G.

Fig. 2, 2 *A*.

Diese Spezies war neben *S. inflata* im Materiale am häufigsten vertreten. Da sie anderorts bereits eingehende Würdigung gefunden hat (Grassi, Hertwig, Fowler), erübrigt es mir nur, einige Details des sehr charakteristisch gebauten Kopfes zu bringen.

Das schmale Vorderende der Lateralspangen (Fig. 2) ragt regelmäßig etwas über die Stirne hinaus und läßt den verhältnismäßig schmalen Kopf deutlich zweispitzig erscheinen. Der Konvergenzwinkel der Vorderzahnreihen ist stumpf; die Zähne selbst *(vz)* sind alle gleich lang und gespreizt gestellt. Die spitzkegelförmigen Hinterzähne *(hz)* beginnen ziemlich weit rückwärts auf der Oberseite des Kopfes in steiler, der Außenkante der Lateralspange anliegender Reihe, die weiter vorn ziemlich scharf ins Vestibulum einbiegt. Die Vestibularwülste *(vo)* stimmen im Typus mit denen von *S. inflata* überein, die Vestibulargruben *(vg)* liegen jedoch ausgesprochen lateral.

Die Muskulatur des Kopfes weist gegenüber den bisher erwähnten Arten einige Eigentümlichkeiten auf. So ist der M. expansus inferior nicht deutlich vom M. expansus superior *(es)* zu trennen und der M. rectus colli internus fehlt ganz. Dagegen ist, wie schon bei Besprechung der Muskulatur im allgemeinen erwähnt wurde, der M. rectus colli externus sehr kräftig.

Die Ovarien enthalten auch bei geringerer Länge des Tieres schon große Eier und gleichen dann den vollständig entwickelten von *S. inflata.* Sie nehmen jedoch die ganze Breite der schmalen Rumpfhöhle ein, so daß auch das Darmlumen etwas eingeengt wird. Später wachsen sie stets in gleicher Dicke nach vorn und können bis an das Bauchganglion heranreichen.

S. bipunctata wurde gefunden in den Stationen: 5, 20, 25, 41, 105, 106, 109, 111, 114, 115, 117, 118, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 130, 131, 135, 138, 142, 143, 147, 150, 154, 158, 159, 166, 169, 173, 177, 179, 180, 182, 189, 190, 198, 201, 202, 221, 236, 250, 254, 257, 269, 275, 360.

Sagitta serratodentata Krohn.

Diese Spezies läßt sich von *S. bipunctata* mit freiem Auge nicht trennen und auch bei näherer Prüfung zeigen beide Arten in mehreren Punkten Übereinstimmung: das Vorragen der Lateralspangen über die Stirne, die Stellung der Hinterzähne, der Charakter der Vestibularwülste, die laterale Lage der Vestibulargruben, das Verhalten der Ovarien. Außer dem eigentümlichen Baue der Haken (9, p. 636) lassen sich jedoch noch Unterschiede anführen, die es gestatten, auch bei Individuen

deren Haken zerzaust oder mit einem Sublimatniederschlag überzogen sind, die Zugehörigkeit zu dieser oder jener Art zu erkennen.

So ist der Kopf, trotz des Vorragens der Lateralspangen, gewöhnlich nicht so ausgesprochen zweispitzig wie bei *S. bipunctata* und eine Collerette (Fowler) fehlt. Die beiden Reihen der deutlich mit aufgesetzter Spitze versehenen Vorderzähne bilden einen sehr spitzen Winkel und ragen weit, bis über den innersten Hinterzahn, in das Vestibulum hinein. Verschieden sind weiter die Zahlenverhältnisse der Kopfbewaffnung; am deutlichsten ist diese Verschiedenheit an den Greifhaken zu erkennen, deren Zahl konstant bei *S. bipunctata* zwischen 8 und 10, bei *S. serratodentata* zwischen 6 und 7 schwankt.

S. serratodentata wurde gefunden in den Stationen: 41, 118, 124, 150, 190, 198, 211, 221.

Literatur.

1. Carus, J. V. Prodromus Faunae Mediterraneae sive descriptio animalium maris Mediterranei incolarum etc. Pars, I. Stuttgart 1884.
2. Chun, C. Die pelagische Tierwelt in größeren Meerestiefen. Bibl. Zool. Bd. 1; 1888.
3. Doncaster, L. Chaetognatha, with a note on the variation and distribution of the group. Fauna Geogr. Maldive Laccadive Archip. Vol. 1; 1903.
4. Fowler, G. H. Biscayan Plankton, collected during a cruise of H. M. S. Research, 1900. Part. III. The Chaetognatha. Tr. Linn. Soc. London, Ser. 2, Zoology, Vol. 10; 1905.
5. Fowler, G. H. The Chaetognatha of the Siboga-Expedition etc. Siboga Expeditie XXI. Leyden 1906.
6. Grassi, B. J. Chetognati. Fauna und Flora des Golfes von Neapel. Monographie, V. 1883.
7. Hertwig, O. Die Chätognathen. Jena. Zeitschrift. N. F., Bd. 7; 1880.
8. Krohn, A. Nachträgliche Bemerkungen über den Bau der Gattung Sagitta, nebst der Beschreibun g einiger neuen Arten. Arch. Naturg., Jahrg. 19, Bd. 1; 1853.
9. Krumbach, Th. Über die Greifhaken der Chätognathen. Zool. Jahrb. Syst., Bd. 18; 1903.
10. Lo Bianco, S. Le pesche pelagiche abissali eseguite dal Maja nelle vicinanze di Capri. Mt. Stat. Neapel, Bd. 15; 1901.
11. — Le pesche abissali eseguite da F. A. Krupp col Yacht Puritan nelle adiacenze di Capri ed in altre località del Mediterraneo. Mt. Stat. Neapel, Bd. 16; 1903.
12. Moltschanoff, L. A. Die Chätognathen des zoolog. Museums der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg. Annuaire Mus. St. Pétersb., Tome 12; 1907.
13. Schneider, K. C. Lehrbuch der vergleichenden Histologie der Tiere. Jena 1902.
14. Steinhaus, O. Die Verbreitung der Chätognathen im Südatlantischen und Indischen Ozean. Kie 1896.

Erklärung der Abbildungen.

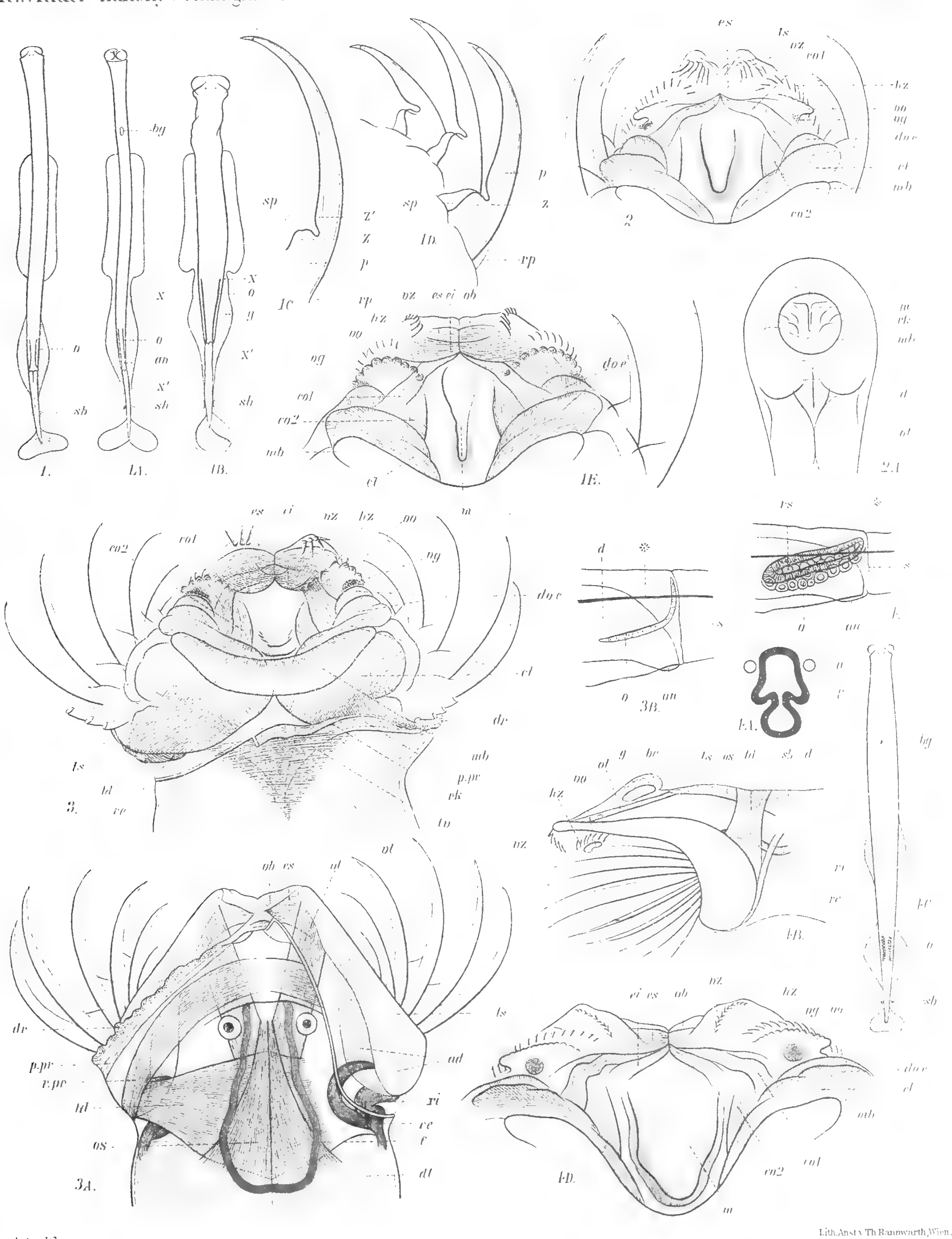
---

a = Auge.
an = Analöffnung
be = Wulst blasiger Epithelzellen.
bg = Bauchganglion.
cl = M. complexus lateralis.
co 1 = M. constrictor oris primus.
co 2 = M. constrictor oris alter.
d = Darm.
dl = dorsales Längsband der Rumpfmuskulatur.
dr = Drüsenepithel.
dv. e = M. dilatator vestibuli externus.
ei = M. expansus inferior.
es = M. expansus superior.
f = Flimmerkrone (Corona).
g = Gehirn.
hz = Hinterzähne.
ls = Lateralspange.
m = Mundöffnung.
mb = M. bicornis.
o = Ovarium.
ob = M. obliquus capitis brevis.
ol = M. obliquus capitis longus.
os = M. obliquus superficialis.
p = Pulpa der Greifhaken.
p. pr = M. protractor praeputii.
re = M. rectus colli externus.
ri = M. rectus colli internus.
rk = freier Rand der Kappe.
r. pr = M. retractor praeputii.
rp = Rückenpfeiler der Greifhaken.
rs = Receptaculum seminis.
s = Rumpf-Schwanzseptum.
sb = Samenblase.
sk = Skelettplatte.
sp = Schneidenpfeiler der Greifhaken.
td = M. transversus dorsalis.
tv = M. transversus ventralis.
vg = Vestibulargrube.
vl = ventrales Längsband der Rumpfmuskulatur.
vo = Vestibularorgan.
vz = Vorderzähne.
x, x', y = Wachstumszonen der Hinterflosse,
z, z' = Wachstumszonen der Greifhaken von *S. lyra*.
* = Ansatzlinie der Hinterflosse an den Körper.

Tafel I.

Tafel I.

Fig. 1. *Sagitta lyra* Krohn. Jüngeres Exemplar. Schwanzflosse rekonstruiert. × 3.
» 1 *A*. » » » Etwas älteres Exemplar. × 3.
» 1 *B*. » » » Altes, etwas geschrumpftes Exemplar. × 3.
» 1 *C*. » » » Ein Greifhaken im Übergangsstadium.
» 1 *D*. » » » Die drei noch übrigen Greifhaken eines alten Exemplares von der Ventralseite.
» 1 *E*. » » » Vorderende des Kopfes von der Ventralseite. × 45.
» 2. » *bipunctata* Q. G. Vorderende des Kopfes von der Ventralseite. × 85.
» 2 *A*. » » » » Kopf mit vorgezogener Kappe von der Ventralseite. × 40.
» 3. » *hexaptera* d'Orb. Kopf von der Ventralseite. Rechte Hälfte der Kappe längs ihrer Ansatzlinie an den Kopf abgeschnitten. × 30.
» 3 *A*. » » » Kopf von der Dorsalseite. Rechte Hälfte der Kappe wie in Fig 3. abgeschnitten. × 30.
» 3 *B*. » » » Gegend des Rumpfschwanzseptums bei einem 25 *mm* langen Exemplare von der Seite. × 20.
» 4. » *inflata* Grassi. Gegend des Rumpfschwanzseptums bei einem erwachsenen Exemplare von der Seite. × 20.
» 4 *A*. » » » Flimmerkrone.
» 4 *B*. » » » Kopf von der Seite nach entfernter Kappe. Etwas schematisiert.
» 4 *C*. » » » Habitusbild eines erwachsenen Individuums. × 3·5.
» 4 *D*. » » » Vorderende des Kopfes von der Ventralseite. × 85.



Autor del.

Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.

ZOOLOGISCHE ERGEBNISSE XV.

COPEPODEN (I. ARTENLISTE 1890)

BEARBEITET VON

DR. OTTO PESTA.

Mit 5 Textfiguren.

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 15. OKTOBER 1908.

Die Bearbeitung des Materials wurde im November vorigen Jahres in Angriff genommen. Durch das langjährige Liegen der Objekte und eine wohl darauf zurückzuführende Braunfärbung derselben mußte das Fortschreiten der Bestimmung erhebliche Verzögerung erfahren; ich habe mich deshalb entschlossen die Ergebnisse meiner Arbeit zunächst in Form von Artenlisten erscheinen zu lassen.

Jede derselben soll immer ein Jahr der Expedition umfassen und wird alle bestimmten Arten mit Ausnahme der Gattung *Corycaeus*[1] verzeichnen. Da eine bedeutende Menge von Material vorliegt, ferner noch die ansehnliche Copepodenbeute aus dem Roten Meere (Exped. 1895/96 und 1896/97, der Bearbeitung harrt, so glaube ich, auf diese Weise auch am leichtesten der erdrückenden Fülle Herr zu werden. Von einer Besprechung systematischer und tiergeographischer Fragen muß allerdings einstweilen abgesehen werden; diese werden sich erst dann richtig und eingehend beantworten lassen, wenn das gesammte Material bestimmt und geordnet zur Hand ist. Mit Ausnahme der Sapphirinen, welche bereits von Dr. A. Steuer, Privatdozenten an der k. k. Universität Innsbruck, untersucht worden sind (s. Denkschr., math. nat. Klasse, kais. Akad. Wiss. Wien, Bd. 62, 1895), haben die Copepoden dieser Expedition bisher keine Bearbeitung erfahren.

Ich kann die folgenden Resultate nicht der Öffentlichkeit übergeben, ohne vorerst dem Intendanten des k. k. Naturhistorischen Hofmuseums, Herrn Hofrat Dr. Steindachner, für die Überlassung des Materiales, sowie der Direktion der zoologischen Abteilung für die vielseitige Hilfe zwecks Erleichterung der Arbeit meinen wärmsten Dank ausgesprochen zu haben. Im besonderen verpflichtet fühle ich mich ferner dem Herrn Kustos Professor Dr. Emil v. Marenzeller für die gütige Erlaubnis zur Benützung seiner Fanglisten und dem Herrn Assistenten Karl Grafen Attems für seine mehrfache Unterstützung anläßlich der Einführung in den Gebrauch der Bibliothek und der Sammlungen des Museums.

[1] Die Vertreter der genannten Gattung sind ihrer schwierigen Unterscheidungsmerkmale wegen einer Spezialarbeit vorbehalten.

Verzeichnis der Stationen, an welchen Copepoden erbeutet wurden.

Stations-Nummer	Datum	Zeit	Östliche Länge °	Nördliche Breite °	Tiefe	Operation	
3	17./8.	3^h 47 p. m.	20° 52' 5"	37° 35' 28"	400 *m* [?]	Hensen'sches Klappnetz	Südlich von Zante
5	21./8.	9^h 45 p. m.	21 1 18	37 17 15	Oberfläche	Oberflächennetz	Bei Strophadhes
10	24./8.	2^h 30 p. m.	22 15 50	36 37 15	Oberfläche	Oberflächennetz	Bucht von Kalamata
14	25./8.	3^h 45 p. m.	22 33 30	36 18 55	?	Courtinen-Schließnetz	Südöstl. v. Cap Matapan
16	26./8.	2^h—2^h 30 p. m.	22 47 5	36 14 40	Oberfläche	Oberflächennetz	Westlich von Cerigo
20	28./8.	6^h 30 p. m.	22 52 50	35 39 10	Oberfläche	Oberflächennetz	Südlich von Cerigo
22	29./8.	9^h 30 a. m.	22 32 44	34 44 39	Oberfläche (3—10 *m*)	Oberflächennetz	Zwischen Cerigo u. afrik. Küste
23	29./8.	6^h 30 p. m.	22 29 25	34 31 29	Oberfläche (c. 5 *m*)	Oberflächennetz	
25	30./8.	9^h 30 a. m.	22 29 1	33 58 24	Oberfläche (c. 5 *m*)	Oberflächennetz	
26	30./8.	7^h 30—8^h p. m.	22 26 0	33 36 0	Oberfläche	Oberflächennetz	Nördlich von Ras-el-Hilal
28	31./8.	7^h 45—12^h a. m.	22 22 56	33 11 18	Oberfläche (6—8 *m*)	Oberflächennetz	An der afrikan. Küste
29	31./8.	4^h p. m.	22 18 10	33 6 45	800 *m*	Klappnetz	
30	31./8.	5^h p. m.	22 18 10	33 6 45	400 *m*	Klappnetz	
31	31./8.	4^h p. m.	22 18 10	33 6 45	Oberfläche (6—8 *m*)	Oberflächennetz	
33	1./9.	8^h a. m.	21 15 40	33 4 0	Oberfläche (6—8 *m*)	Oberflächennetz	An der afrikan. Küste
35	1./9.	11^h nachts	20 21 42	32 50 36	Oberfläche	Oberflächenkurre	
38	6./9.	10^h 30 a. m.	19 49 57	32 25 14	Oberfläche (8—10 *m*)	Oberflächennetz	Nordwestl. v. Bengasi
39	6./9.	3^h—3^h 45 p. m.	19 48 24	32 34 38	700 *m*	Klappnetz	
40	6./9.	4^h p. m.	19 48 24	32 34 38	300 *m*	Klappnetz	
41	6./9.	8^h 15—8^h 45 p. m.	19 44 30	32 50 0	Oberfläche (5—6 *m*)	Oberflächennetz	Nordwestl. v. Bengasi
44	7./9.	4^h 45 p. m.	19 42 0	33 45 0	600 *m*	Klappnetz	
46	8./9.	7^h 45—8^h 30 p. m.	20 6 36	34 14 21	Oberfläche (5 *m*)	Oberflächennetz	
49	12./9.	4^h 15 p. m.	20 0 0	37 31 0	?	Courtinen-Schließnetz	
51	12./9.	8^h 15 p. m.	19 54 0	37 48 20	Oberfläche (2 *m*)	Oberflächennetz	

Gymnoplea.[1]

Fam. Calanidae.

1. Calanus gracilis Dana.

1849 *Calanus gracilis, Cyclopsina longicornis,* Dana: P. Amerc. Ac., v. 2, p. 18, 24.

1852 *Hemicalanus longicornis,* Dana: U. S. expl. Exp. v. 13./II., p. 1104.

1863 *Cetochilus longiremis,* Claus: Freil. Cop., p. 171, t. 26, f. 1.

?1887 *Calanus americanus,* C. L. Herrick: Mem. Denison Ass., v. 1, p. 6, t. 1.

1892 *Calanus gracilis,* Giesbrecht: F. Fl. Neapel, v. 19, p. 90, t. 1; f. 1, t. 7, f. 26; t. 8, f. 2, 4, 6—8, 12, 16, 26; t. 6, f. 1.

1898 *C. gracilis,* Giesbrecht und Schmeil: Tierreich, 6. Lieferung, Copepoda I, p. 17—18.

1908 *C. gracilis,* van Breemen: Nord. Plankton, 7. Lieferung, VIII, p. 10—11, f. 7.

Fundorte: Station Nr. 5, 20, 22[2], 23[2], 26, 29, 35, 39, 46, 49, 51[2].

2. Calanus minor (Claus).

1863 *Cetochilus minor,* Claus: Freileb. Cop., p. 172.

1883 *Calanus valgus,* G. Brady: Rep. Voy. Challenger, v. 8, p. 33, t. 3, f. 1—7.

1892 *C. minor,* Giesbrecht: F. Fl. Neapel, v. 19, p, 90, t. 6, f. 3, 16, 22; t. 7, fig. 6, 22; t. 8, f. 1. 9, 19, 30.

1894 *C. appressus,* F. Dahl: Verh. D. zool. Ges., p. 77.

1898 *C. minor,* Giesbrecht und Schmeil: Tierreich, 6. Lieferung, Copepoda I, p. 15—16.

Fundorte: Station Nr. 5, 23, 26, 33, 35, 38, 41, 49, 51.

3. Eucalanus attenuatus (Dana).

1849 *Calanus attenuatus,* Dana: P. Amer. Ac., v. 2, p. 18.

1852 *Eucalanus attenuatus,* Dana: U. S. expl. Exp. v. 13./II. p. 1081, t. 75.

1856 *Calanus mirabilis,* Lubbock: Tr. ent. Soc. London, n. ser. v. 4, p. 10, t. 5.

1863 *Calanella mediterranea,* Claus: Freil. Cop., p. 176, t. 28, f. 6—11.

1892 *Eucalanus attenuatus,* Giesbrecht: F. Fl. Neapel, v. 19, p. 131; t. 3, f. 1; t. 11, f. 1, 11, 13, 16, 18, 24, 40; t. 35, f. 3, 6, 17, 25, 34, 37.

1898 *E. attenuatus,* Giesbrecht und Schmeil: Tierreich, 6. Lieferung, Copepoda I, p. 20—21.

1908 *E. attenuatus,* van Breemen: Nord. Plankton, 7. Lieferung, VIII, p. 16, f. 12.

Fundorte: Station. Nr. 14, 29, 39, 49.

---

[1] Die Synonyma der *Gymnoplea* sind bis zum Jahre 1898 aus Giesbrecht und Schmiel, Tierreich, 6. Lieferung, entnommen

[2] Einzelne Formen dieser Fänge mit »*Microniscus*« (siehe meine vorläuf. Mitteil. im Akad. Anzeiger, Jahrg. 1908, Nr. VIII' p. 113—115).

4. Calocalanus pavo (Dana).

1849 *Calocalanus paro,* Dana: P. Amer. Ac. v. 2, p. 13.

1892 *C. pavo,* Giesbrecht: F. Fl. Neapel, v. 19, p. 175, t. 1, f. 13; t. 4, f. 15; t. 9, f. 3, 4, 13, 19; t. 36, f. 43—45.

1898 *C. pavo,* Giesbrecht und Schmeil: Tierreich, 6. Lieferung, Copepoda I, p. 26.

1900 *C. pavo,* Graeffe: Arb. zool. Inst. Wien, 13. Bd., 1. Heft, p. 37.

1902 *C. pavo,* A. Scott: Trans. Liverpool Biol. Soc., v. 16, p. 402.

1908 *C. pavo,* van Breemen: Nord. Plankton, 7. Lieferung, VIII, p. 22, f. 18.

Fundorte: Station Nr. 38, 41.

5. Calocalanus plumulosus (Claus).

1863 *Calanus plumulosus,* Claus: Freil. Cop., p. 174, t. 26, f. 15, 16.

1892 *Calocalanus, plumulosus,* Giesbrecht: F. Fl. Neapel v. 19, p. 176; t. 3, f. 5; t. 9, f. 2, 22; t. 36, f. 39—42.

1898 *C. plumulosus,* Giesbrecht und Schmeil: Tierreich, 6. Lieferung, Copopoda I, p. 26.

1900 *C. plumulosus,* Graeffe: Arb. zool. Inst. Wien, 13. Bd., 1. Heft, p. 38.

1902 *C. plumulosus,* A. Scott: Trans. Liverpool Biol. Soc., v. 16, p. 403.

Fundorte: Station Nr. 5.

6. Clausocalanus arcuicornis (Dana).

1849 *Calanus arcuicornis,* Dana: P. Amerc. Ac., v. 2, p. 12.

1863 *C. mastigophorus,* Claus: Freil. Cop., p. 173, t. 27.

1881 *Eucalanus mastigophorus,* Claus: Arb. zool. Inst. Wien, v. 3, p. 326, t. 2.

1888 *Clausocalanus arcuicornis,* Giesbrecht: Atti Acc. Linceii Rend. ser. 4, v. 4, sem. 2, p. 334.

1898 *C. arcuicornis* Giesbrecht und Schmeil: Tierreich, 6. Lieferung, Copepoda I, p. 27.

1900 *C. arcuicornis* Graeffe: Arb. zool. Inst. Wien, 13. Band, 1. Heft, p. 38.

1908 *C. arcuicornis* van Breemen: Nord. Plankton, 7. Lieferung, VIII, p. 23, f. 20.

Fundorte: Stat. Nr. 3, 40.

7. Clausocalanus furcatus (G. Brady).

1883 *Drepanopus furcatus* (part.), G. Brady: Rep. Voy. Challenger, v. 8, p. 77, t. 4, 24.

1892 *Clausocalanus furcatus,* Giesbrecht: F. Fl. Neapel, v. 19, p. 186, t. 36, f. 32, 33, 35.

1898 *Cl. furcatus,* Giesbrecht und Schmeil: Tierreich, 6. Lieferung, Copepoda I, p. 27.

1902 *Cl. furcatus,* A. Scott: Trans. Liverpool Biol. Soc., v. 16, p. 403.

Fundorte: Station Nr. 5, 10, 14, 16, 20, 23, 26, 28, 33, 35, 38, 41, 46, 49, 51.

8. Aetideus armatus G. Brady.

1883 *Aetidius (corr. Aetideus) armatus*, G. Brady: Rep. Voy. Challenger, v. 8, p. 76, t. 10.

1892 *Aetideus armatus*, Giesbrecht: F. Fl. Neapel, v. 19, p. 213; t. 2, f. 6; t. 14, f. 1—13; t. 36, f. 6—9.

1998 *A. armatus*, Giesbrecht und Schmeil: Tierreich, 6. Lieferung, Copepoda I, p. 31.

1908 *A. armatus* [?], van Breemen: Nord. Plankton, 7. Lieferung, VIII, p. 30, f. 30.

Fundorte: Station Nr. 40.

9. Euchirella messinensis (Claus).

1863 *Undina messinensis*, Claus: Freil. Cop., p. 187, t. 31, f. 8—18.

1892 *Euchirella messinensis*, Griesbrecht: F. Fl. Neapel v. 19, p. 232, t. 15, f. 12, 16, 21, 24; t. 36, f. 14, 15, 18, 24, 25.

?1893 *Euchaeta messinensis*, Th. Scott: Tr. Linn. Soc. London, ser. 2, v. 6, p. 45, t. 6.

1898 *Euchirella messinensis*, Giesbrecht und Schmeil: Tierreich, 6. Lieferung, Copepoda I, p. 35.

Fundorte: Station Nr. 29, 44, 51.

10. Euchaeta marina (Prestandrea).

1833 *Cyclops marinus*, N. Prestandrea: Effemeridi scientif. e letterarie per la Sicilia, Palermo, v. 6, p. 12.

1843 *Euchaeta prestandreae*, A. Philippi: Arch. Naturg., v. 9./I., p. 58, t. 4.

1863 *E. prestandreae*, Claus: Freil. Cop., p. 185, t. 30, f. 8—17.

1892 *E. marina*, Giesbrecht: F. Fl. Neapel, v. 19, p. 246, t. 1, f. 10, 11; t. 15, f. 31, 33; t. 16, f. 15—17, 22, 23, 25, 29, 30, 41, 46; t. 37, f. 30, 37, 38, 49.

1898 *E. marina*, Giesbrecht und Schmeil: Tierreich, 6. Lieferung, Copepoda I, p. 38.

1902 *E. marina*, A. Scott: Trans. Liverpool Biol. Soc., v. 16, p. 403.

1908 *E. marina*, van Breemen: Nord. Plankton, 7. Lieferung, VIII, p. 50, f. 55.

Fundorte: Station Nr. 5, 20, 23, 33, 35, 49, 51.

11. Euchaeta acuta Giesbrecht.

1892 *Euchaeta acuta*, Giesbrecht: F. Fl. Neapel, v. 19, p. 246, t. 16, f. 6, 10, 14, 18, 21, 27, 39, t. 37, f. 47, 48, 52.

1898 *E. acuta*, Giesbrecht und Schmeil; Tierreich, 6. Lieferung, Copepoda I, p. 38.

1908 *E. acuta*, van Breemen: Nord. Plankton, 7. Lieferung, VIII, p. 51, f. 56.

Fundorte: Station Nr. 29, 30, 39, 44.

12. Euchaeta hebes Giesbrecht.

1888 *Euchacta hebes,* Giesbrecht: Atti Acc. Lincei Rend. ser. 4, v. 4, sem. 2, p. 337.

1892 *E. hebes,* Giesbrecht: F. Fl. Neapel, v. 19, p. 246, t. 15, f. 29, 30, t. 16, f. 3—5, 20, 31, 32, 38, 44; t. 37, f. 32, 33, 54.

1898 *E. hebes,* Giesbrecht und Schmeil: Tierreich, 6. Lieferung, Copepoda I, p. 39.

1908 *E. hebes,* van Breemen: Nord. Plankton, 7. Lieferung, VIII, p. 51, f. 57.

Fundorte: Station Nr. 5.

13. Scolecithrix danae (Lubbock).

1856 *Undina danae,* Lubbock: Tr. ent. Soc. London, n. ser., v. 4, p. 15, t. 9.

1883 *Scolecithrix danae,* G. Brady: Rep. Voy. Challenger, v. 8, p. 57; t. 17.

1892 *S. danae,* Giesbrecht· F. Fl. Neapel, v. 19, p. 265, t. 13, f. 4, 9, 14, 17, t. 37, f. 6.

1902 *S. danae,* A. Scott: Trans. Liverpool Biol. Soc., v. 16, p. 403.

1898 *S. danae,* Giesbrecht u. Schmeil: Tierreich, 6. Lieferung, Copepoda I, p. 42.

1908 *S. danae,* van Breemen: Nord. Plankton, 7. Lieferung, VIII, p. 70, f. 80.

Fundorte: Station Nr. 29.

14. Phaenna spinifera Claus.

1863 *Phaenna spinifera,* Claus: Freil. Cop., p. 189, t. 31, f. 1—7.

1892 *Ph. spinifera,* Giesbrecht: F. Fl. Neapel, v. 19, p. 293, t. 5, f. 3; t. 12, f. 1—8, 35—37; t. 37, f. 17—21.

1898 *Ph. spinifera,* Giesbrecht und Schmeil: Tierreich, 6. Lieferung, Copepoda I, p. 50.

1908 *Ph. spinifera,* van Breemen: Nord. Plankton, 7. Lieferung, VIII, p. 56, f. 63.

Fundorte: Station Nr. 5, 41, 46.

Fam. Centropagidae.

15. Centropages violaceus (Claus).

1863 *Ichthyophorba violacea,* Claus: Freil. Cop, p. 199, t. 35.

1892 *Centropages violaceus,* Giesbrecht: F. Fl. Neapel, v. 19, p. 304, t. 4, f. 5; t. 17, f. 29, 30, 44; t. 18, f. 1, 8, t. 38, f. 16, 18.

? 1893 *C. violaceus,* Th. Scott: Tr. Linn. Soc. London, ser. 2, v. 6, p. 78.

1898 *C. violaceus,* Giesbrecht und Schmeil: Tierreich, 6. Lieferung, Copepoda I, p. 57.

1900 *Centropages violaceus,* Graeffe: Arb. zool. Inst. Wien, 13. Bd., 1. Heft, p. 38.

Fundorte: Station Nr. 5, 10, 23, 25, 26, 28, 33, 38, 41, 49, 51.

16. Centropages Kröyeri Giesbrecht.

1892 *Centropages Kröyeri,* Giesbrecht: F. Fl. Neapel, v. 19, p. 303, t. 17, f. 24, 25, 40, 47; t. 18, f. 10; t. 38, f. 6, 8, 11, 14.

1898 *C. Kröyeri,* Giesbrecht und Schmeil: Tierreich, 6. Lieferung, Copepoda I, p. 56.

1900 *C. Kröyeri,* Graeffe: Arb. zool. Inst. Wien, 13. Bd., 1. Heft, p. 38.

Fundorte: Station Nr. 38.

17. Temora stylifera (Dana).

1849 *Calanus stylifer,* Dana: P. Amer. Ac., v. 2, p. 13.

1856 *Diaptomus dubius,* Lubbock: Tr. ent. Soc. London, n. ser., v. 4, p. 21.

1863 *Temora armata,* Claus: Freil. Cop., p. 195, t. 34.

1883 *T. dubia* (part.) + *T. armata,* G. Brady: Rep. Voy. Challenger, v. 8, p. 79, 80, t. 25.

1892 *T. stylifera,* Giesbrecht: F. Fl. Neapel, v. 19, p. 328, t. 5, f. 2; t. 17, f. 2, 4, 6, 12, 19, 22; t. 38, f. 26, 29.

1898 *T. stylifera,* Giesbrecht und Schmeil: Tierreich, 6. Lieferung, Copepoda I, p. 101.

1900 *T. armata,* Graeffe: Arb. zool. Inst. Wien, 13. Bd., 1. Heft, p. 38.

1902 *T. stylifera,* A. Scott: Trans. Liverpool Biol. Soc. v. 16, p. 404.

Fundorte: Station Nr. 5, 10, 16, 20, 23, 26, 28, 31, 33, 35, 38, 46, 51.

18. Pleuromamma abdominalis (Lubbock).

1856 *Diaptomus abdominalis* Lubbock: Tr. ent. Soc. London, n. ser., v. 4, p. 22, t. 10.

1863 *Pleuromma abdominale,* Claus: Freil. Cop., p. 197, t. 5, 6.

1892 *Pl. abdominale,* Giesbrecht: F. Fl. Neapel, v. 19, p. 347/56; t. 5, f. 8, t. 32, f. 3, 5, 13, 22, 25 bis 30; t. 33, f. 43, 44, 48, 49, 52.

1898 *Pleuromamma abdominalis,* Giesbrecht und Schmeil: Tierreich, 6. Lieferung, Copepoda I, p. 109.

1902 *Pl. abdominalis,* A. Scott: Trans. Liverpool Biol. Soc., v. 16, p. 405.

1908 *Pl. abdominalis,* van Breemen: Nord. Plankton, 7. Lieferung, VIII, p. 104, f. 119.

Fundorte: Station Nr. 5, 30, 39, 51.

19. Pleuromamma gracilis (Claus).

1863 *Pleuromma gracile,* Claus: Freil. Cop., p. 107, t. 5.

1892 *Pl. gracile,* Giesbrecht: F. Fl. Neapel, v. 19, p. 347, t. 5, f. 7; t. 32, f. 6, 18—20, t. 33, f. 41, 47.

1898 *Pleuromamma gracilis,* Giesbrecht und Schmeil: Tierreich, 6. Lieferung, Copepoda I, p. 110.

1902 *Pl. gracilis,* A. Scott: Trans. Liverpool Biol. Soc., v. 16, p. 405.

1908 *Pl. gracilis,* van Breemen: Nord. Plankton, 7. Lieferung, VIII, p. 106, f. 122.

Fundorte: Station Nr. 5, 39, 40, 44, 51.

20. Lucicutia flavicornis (Claus).

1863 *Leuckartia flavicornis,* Claus: Freil. Cop., p. 186, t. 32.

1892 *L. flavicornis,* Giesbrecht: F. Fl. Neapel, v. 19, p. 358, t. 5, f. 4; t. 19, f. 2, 3, 15—17, 21, 23, 29, 38; t. 38, f. 38, 40.

1898 *Lucicutia flavicornis,* Giesbrecht und Schmeil: Tierreich, 6. Lieferung, Copepoda I, p. 111.

1902 *L. flavicornis,* A. Scott: Trans. Liverpool Biol. Soc., v. 16, p. 405.

1908 *L. flavicornis,* van Breemen: Nord. Plankton, 7. Lieferung, VIII, p. 112, f. 129.

Fundorte: Station Nr. 5, 14, 30, 39, 40, 41, 46, 49, 51.

21. Lucicutia clausi (Giesbrecht).

1889 *Leuckartia clausii,* Giesbrecht: Atti Acc. Lincei Rend. ser. 4, v. 5, sem. 1, p. 812.

1892 *L. clausii,* Giesbrecht: F. Fl. Neapel, v. 19, p. 359, t. 19, f. 5, 6, 12—14, 24; 27, t. 38, f. 37.

1898 *Lucicutia clausi,* Giesbrecht und Schmeil: Tierreich, 6. Lieferung, Copepoda I, p. 111.

1908 *L. clausi,* van Breemen: Nord. Plankton, 7. Lieferung, VIII, p. 115, f. 133.

Fundorte: Station Nr. 49.

22. Heterorhabdus papilliger (Claus).

1863 *Heterochaeta papilligera,* Claus: Freil. Cop., p. 182, t. 32.

1892 *H. papilligera,* Giesbrecht: F. Fl. Neapel, v. 19, p. 372, t. 20, f. 4, 7, 10, 15, 17, 23, 35, 36; t. 39, f. 40, 53.

1898 *Heterorhabdus papilliger,* Giesbrecht und Schmeil: Tierreich, 6. Lieferung, Copopoda I, p. 114.

1908 *H. papilliger,* van Breemen: Nord. Plankton, 7. Lieferung, VIII, p. 120, f. 138.

Fundorte: Station Nr. 5, 40, 51.

Fam. Candaciidae.

23. Candacia aethiopica Dana.

1849 *Candace ethiopica,* Dana; P. Amer. Ac., v. 2, p. 23.

? 1848/9 *Ifionyx orientalis,* Kröyer: Naturh. Tidsskr., n. ser., v. 2, p. 602, 609.

1863 *Candace melanopus,* Claus: Freil. Cop., p. 191, t. 33.

1892 *C. ethiopica,* Giesbrecht: F. Fl. Neapel, v. 19, p. 424, t. 4, f. 13; t. 21, f. 1, 9; t. 22, f. 1, 6, 13, 14, 32, 40—42; t. 39, f. 7, 11, 13.

1898 *Candacia aethiopica,* Giesbrecht und Schmeil: Tierreich, 6. Lieferung, Copepoda I, p. 128.

1900 *Candace melanopus,* Graeffe: Arb. zool. Inst. Wien, 13. Bd., 1. Heft, p. 38.

1902 *Candacia aethiopica,* A. Scott: Trans. Liverpool Biol. Soc., v. 16, p. 405.

Fundorte: Station Nr. 35, 41.

24. Candacia pectinata G. Brady.

1878 *Candace pectinata,* G. Brady: Cop. Brit. Isl., v. 1, p. 49, t. 8, 10.

1892 *C. pectinata,* Giesbrecht: F. Fl. Neapel, v. 19, p. 424, t. 4, f. 3; t. 21, f. 2, 12; t. 22, f. 9, 17, 18, 31, 43—46; t. 39, f. 1, 21, 22, 24, 25.

? 1893 *C. pectinata,* Th. Scott: Tr. Linn. Soc. London, ser. 2, v. 6, p. 61.

1898 *Candacia pectinata,* Giesbrecht und Schmeil: Tierreich, 6. Lieferung, Copepoda I, p. 128/29.

1908 *C. armata,* van Breemen: Nord. Plankton, 7. Lieferung, VIII, p. 146, f. 164.

Fundorte: Station Nr. 51.

Fam. Pontellidae.

25. Pontellina plumata (Dana).

1849 *Pontella plumata + Pontella turgida,* Dana: P. Amer. Ac., v. 2, p. 27, 28.

1852 *Pontellina plumata + P. turgida,* Dana: U. S. expl. Exp., v. 13./II., p. 1135, 1136, t. 79.

1863 *Calanops messinensis,* Claus: Freil. Cop., p. 213, t. 37.

1883 *Pontella plumata,* G. Brady: Rep. Voy. Challenger, v. 8, p. 92, t. 37.

1892 *Pontellina plumata,* Giesbrecht: F. Fl. Neapel, v. 19, p. 497, t. 4, f. 11; t. 25, f. 4, 18, 26, 36; t. 40, f. 49—53.

1898 *P. plumata,* Giesbrecht und Schmeil: Tierreich, 6. Lieferung, Copepoda I, p. 149.

1902 *P. plumata,* A. Scott: Trans. Liverpool Biol. Soc., v. 16, p. 408.

Fundorte: Station Nr. 23.

26. Acartia negligens, Dana.

1849 *Acartia negligens,* Dana: P. Amerc. Ac., v. 2, p. 26.

1892 *A. negligens,* Giesbrecht: F. Fl. Neapel, v. 19, p. 508, t. 30, f. 22; t. 43, f. 18.

1898 *A. negligens,* Giesbrecht und Schmeil: Tierreich, 6. Lieferung, Copepoda I, p. 154.

1902 *A. negligens,* A. Scott: Trans. Liverpool Biol. Soc., v. 16, p. 408.

Fundorte: Station Nr. 5, 10, 20, 26, 28, 33, 35, 41, 46.

Podoplea.

Fam. Cyclopidae.

27. Oithona plumifera, Baird.

1843 *Oithona plumifera*, Baird: Zoologist (Newman), v. 1, p. 55—61.

1863 *O. spinirostris*, Claus: Freil. Cop., p. 105, t. 11, f. 4—9.

1884 *O. spinirostris*, Car: Arch. Naturg., 50. Jahrg., p. 242.

1892 *O. plumifera*, Giesbrecht: F. Fl. Neapel, v. 19, p. 537, t. 4, f. 10, t. 34, f. 12, 13, 22, 25, 27—29, 32, 33, 44—47; t. 44, f. 1, 7, 12—15.

1900 *O. spinirostris*, Graeffe: Arb. zool. Inst. Wien, 13. Bd., 1. Heft, p. 35.

1902 *O. plumifera*, A. Scott: Trans. Liverpool Biol. Soc., v. 16, p. 408/9.

1908 *O. plumifera*, van Breemen: Nord. Plankton, 7. Lieferung, VIII, p. 167, f. 183.

Fundorte: Station Nr. 3, 10, 16, 20, 23, 25, 28, 30, 33, 35, 38, 39, 40, 41, 44, 46, 49.

Fam. Harpacticidae.

28. Microsetella rosea, Dana.

1847 *Canthocamptus roseus*, Dana: P. Amerc. Ac. Boston, v. 1.

1891 *Microsetella rosea*, Giesbrecht: Atti Acc. Lincei Rend. Roma (4), v. 7.

1892 *M. rosea*, Giesbrecht: F. Fl. Neapel, v. 19, p. 550, t. 44, f. 32, 35, 37, 38, 41, 43, 46, 48, 49.

1908 *M. rosea*, van Breemen: Nord. Plankton, 7. Lieferung, VIII, p. 174.

Fundorte: Station Nr. 39, 40.

29. Setella gracilis Dana.

1847 *Setella gracilis*, Dana: P. Amer. Ac. Boston, v. 1 (deutsch in: Arch. Naturg., 13. Jahrg., p. 307).

1863 *S. messinensis*, Claus: Freil. Cop., p. 136, t. 21, f. 15, 16.

1883 *S. gracilis*, G. Brady: Rep. Voy. Challenger, v. 8, p. 108, t. 50, f. 1—10.

1892 *S. gracilis*, Giesbrecht: F. Fl. Neapel, v. 19, p. 559, t. 1, f. 12; t. 45, f. 1—15.

1902 *S. gracilis*, A. Scott: Trans. Liverpool Biol. Soc., v. 16, p. 409.

1908 *S. gracilis*, van Breemen: Nord. Plankton, 7. Lieferung, VIII, p. 178, Fig. 192.

Fundorte: Station Nr. 5, 25, 28, 46.

30. Clytemnestra scutellata Dana.

1847 *Clytemnestra scutellata*, Dana: P. Amer. Ac. Boston, v. 1 (deutsch in: Arch. Naturg., 13. Jahrg. p. 306).

1888 *Goniopsyllus rostratus*, J. C. Thompson: Pr. Biol. Soc. Liverpool, v. 2, p. 145.

1891 *Clytemnestra scutellata,* Giesbrecht: Atti Ac. Lincei Rend. Roma (4) v. 7.

1891 *Goniopelte gracilis,* Claus: Arb. zool. Inst. Wien, 9. Bd., p. 151—162.

1892 *Clytemnestra scutellata,* Giesbrecht: F. fl. Neapel, v. 19, p. 566; t. 1, f. 9, t. 45, f. 16—18, 21, 23, 24, 27—30, 32, 34—38.

1902 *C. scutellata,* A. Scott: Trans. Liverpool Biol. Soc., v. 16, p. 410.

1908 *C. scutellata,* van Breemen: Nord. Plankton, 7. Lieferung, VIII, p. 179/80.

Fundorte: Station Nr. 40.

Fam. Oncaeidae.

31. Pachysoma punctatum Claus.

1860 non! *Clytemnestra atlantica,* Lubbock: Tr. Linn. Soc. London, v. 23, p. 173—92, t. 29.

1863 *Pachysoma punctata,* Claus: Freil. Cop., p. 163, t. 25, f. 6—11.

1892 *P. punctatum,* Giesbrecht: F. Fl. Neapel, v. 19, p. 612, t. 48, f. 22—36, 38, 39.

Fundorte: Station Nr. 26, 46.

Fam. Corycaeidae.

32. Copilia quadrata Dana.

1849 *Copilia quadrata,* Dana: P. Amer. Ac., v. 2, p. 8—61.

1863 *Sapphirinella mediterranea,* Claus: Freil. Cop., p. 154, t. 25, f. 12.

1864 *Hyalophyllum pellucidum,* Haeckel: Jena. Zeitschr. Med. Naturw., 1. Bd., p. 63; t. 1, f. 1—6, t. 3, f. 31—39.

1866 *Sapphirinella pellucida,* Claus: Schriften d. Ges. Naturw. Marburg, 1. Suppl. Heft.

1892 *Copilia quadrata,* Giesbrecht: F. Fl. Neapel, v. 19, p. 647, t. 2, f. 3; t. 50, f. 1, 10, 13, 16, 22, 28, 33, 36, 41.

1907 *C. quadrata,* Steuer: Sapphirinen u. Copilien d. Adria, Triest; Druck. Lloyd.

Fundorte: Stat. Nr. 44.

33. Copilia denticulata Claus.

1863 *Copilia denticulata,* Claus: Freil. Cop., p. 161, t. 25, f. 14—20.

1892 *C. denticulata,* Giesbrecht: F. Fl. Neapel, v. 19, p. 647, t. 1, f. 2; t. 2, f. 2; t. 50, f. 2, 9, 11, 14, 15, 20, 21, 27, 29, 38, 43, 45, 48—52.

1907 *C. denticulata,* Steuer: Sapphirinen und Copilien d. Adria, Triest; Druck. Lloyd.

Fundorte: Station Nr. 46.

Als Nova wurden folgende Formen, deren charakteristische Erkennungsmerkmale kurz hervorgehoben seien, konstatiert:

34. **Acartia mediterranea** n. sp.

(Fig. 1.)

♀ Rostralfäden vorhanden. Letztes Thoraxsegment seitlich abgerundet, ohne Spitzen am Rande. 1. Antenne reicht bis zur Furca. 5. Bein, zweigliedrig, Endglied desselben blattförmig (ähnlich dem von *A. forcipata* Thompson und Scott), mit einem winzigen distalen Dorn. Proximales Glied mit langer, am Hinterrand nahe der Gliedergrenze sitzender Borste. Länge 0·8—1 *mm.*

♂ unbekannt.

Fundorte: Station Nr. 25, 49.

35. **Euchaeta trunculosa** n. sp.

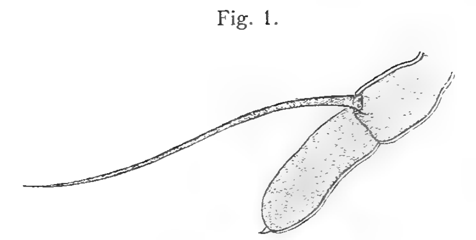
(Fig. 2—5.)

♀ ? ♂: Höcker des Frontalorgans stark vorspringend. Furca mit vier ungefähr gleich langen und einer dicken, stark verlängerten Endborste. 1. Antenne reicht bis zum zweiten Abdominalsegment; dieses und das dritte an den dorsalen und ventralen Gliedergrenzen bestachelt. Randdorn des zweiten Gliedes des Exopoditen des zweiten Beines reicht bis zur Basis des folgenden Dorns. 5. Bein stummelförmig, distal zugespitzt, Enpoditen beiderseits lobenartig und ohne Bewehrung; rechter bedeutend kleiner als der linke. Länge: 3—4 *mm.*

Fundorte: 5, 20, 23, 38, 41, 49, 51.

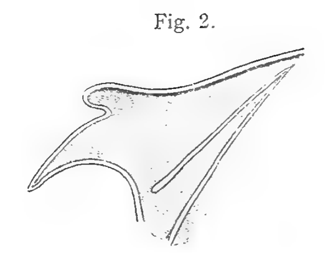
Figurenerklärung.

Fig. 1.



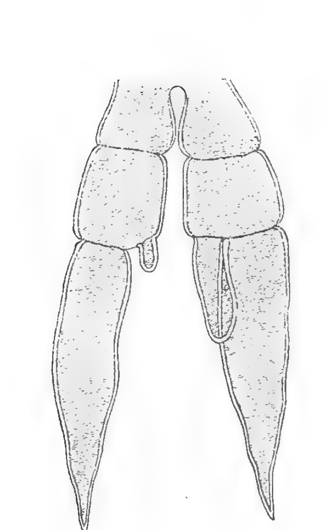
Acartia mediterranea n. sp. 5. Bein.

Fig. 2.



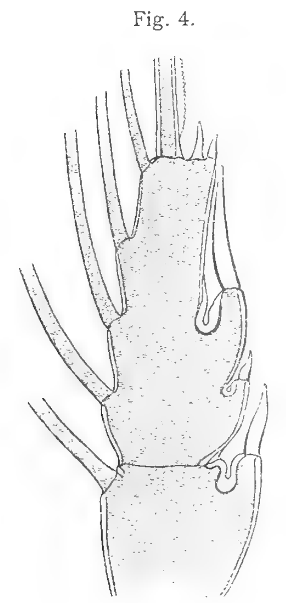
Euchaeta trunculosa n. sp. Kopf von der Seite.

Fig. 3.



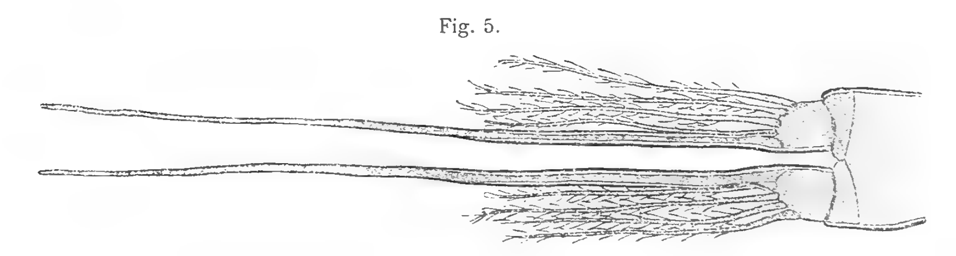
Euchaeta trunculosa n. sp. 5. Beinpaar.

Fig. 4.



Euchaeta trunculosa n. sp. Letzte Glieder des 2. Exopoditen.

Fig. 5.



Euchaeta trunculosa n. sp. Furca.



ZOOLOGISCHE ERGEBNISSE XVI.

ZUR ANATOMIE DES CHÄTOGNATHENKOPFES

VON

Dr. RUDOLF v. RITTER-ZÁHONY.

Mit 1 Tafel.

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 22. OKTOBER 1908.

Die folgenden Ausführungen bilden die Ergänzung zu meiner in einer früheren Arbeit (5, p. 4 bis 9) veröffentlichten Studie über den Kopf der Chätognathen. Wie ich dort seine äußere Gestaltung in ihren Hauptzügen zu fixieren trachtete, so möchte ich jetzt seinen inneren Bau, namentlich mit Rücksicht auf die reichentwickelte Muskulatur, darzustellen versuchen und mit den beigefügten Zeichnungen auch manches belegen, was ich früher nur behaupten konnte. Da aber die meisten Muskeln an der Außenwand des Kopfes inserieren und in ihrem Verlaufe in wichtige Lagebeziehung zu gewissen Nerven treten können, schicke ich einige Bemerkungen über Integument und Nervensystem des Kopfes voraus, wobei ich an die Monographien von Hertwig (3) und Grassi (2) anknüpfe. In der Terminologie halte ich mich soviel als möglich an das Überlieferte, verweise im übrigen auf meine schon erwähnte Publikation. Wiederholungen, die unvermeidlich waren, habe ich nur dort gebracht, wo es der Zusammenhang erforderte.

Als Untersuchungsobjekte dienten mir *Sagitta hexaptera, lyra, inflata* und *bipunctata* aus der Sammlung der Pola-Expeditionen in das östliche Mittelmeer. Die Kopfregion gut erhaltener Exemplare der genannten Arten wurde in 5 µ dicke Quer-, Längs- und Flächenschnittserien zerlegt, die, mit Hämatoxylin-Eosin gefärbt, die Rekonstruktion des Nervensystems sowie jedes Muskelzuges nach Insertion und Verlauf gestatteten.

Da mir leider nicht die Möglichkeit geboten war, mit lebendem Materiale zu experimentieren, konnte ich über die Aktion der einzelnen Muskeln nicht immer ein sicheres Urteil fällen. Späteren Beobachtern bleibt hier noch ein großes Feld, zu dessen weiterer Untersuchung diese Blätter anregen mögen.

Integument. Das Epithel des Kopfes ist im Gegensatze zu dem des Rumpfes größtenteils einschichtig. Nur über dem Gehirne und der davon zum Bauchganglion abgehenden Kommissur findet sich ein mehrschichtiger Wulst blasiger Zellen (Fig. 3 bis 12, 19, *be*), die bereits durch Schneider (6, p. 694 ff.) eine eingehende Beschreibung erfahren haben. Hinter diesem Wulste, in der Gegend zwischen und hinter den Augen, ist das Epithel *(e)* auch mehrschichtig, jedoch nicht blasig (Fig 17 bis 19). Im übrigen besteht es aus einer Lage von Zellen (Fig. 1 bis 10, *e*) deren Kerne auf meinen Präparaten wohl, deren Grenzen jedoch nicht deutlich erkennbar waren und deren Höhe im Zusammenhange mit der Ausbildung von besonderen Skeletteilen wechselt. Zu einem dünnen Häutchen, in dem bloß die Kerne sichtbar sind, sind die Zellen unterhalb der Kopfspangen *(ls, vs)* zusammengezogen (Fig. 1 bis 12, 18), während sie an der

Basis der Greifhaken *(u)* sich zu schmalen Zylindern verlängern (Fig. 20). An den übrigen Teilen des Kopfes halten sie die Mitte zwischen diesen beiden Extremen ein. Die Innenwand der Kappe ist mit einem Drüsenepithel (Fig. 2 bis 11, 18, *dr*) überzogen, das dorsal und ventral in der Gegend der Mittellinie auch etwas auf den Kopf übergreift (Fig. 1, 10, 11, 19, *dr'*). Ebenso kleiden sezernierende Zellen, edoch anderer Art, die Vestibulargruben aus (Fig. 3, 4, 20, *vg*).

Mit ihren basalen Teilen sitzen die Epithel- ebenso wie die Drüsenzellen einer strukturlosen, wie es scheint, sehr resistenten Basalmembran *(b)* auf. Sie ist nur dort, wo es zur Bildung der Kopfspangen gekommen und das Epithel ungemein flach ist, dünn und undeutlich, sonst überall, da sie sich intensiv mit Hämatoxylin färbt, als kontinuierliche scharfe Linie, an die unmittelbar der Ansatz von Muskelfasern erfolgt, sichtbar (Fig. 1 bis 19). Um die Augen bildet sie eine Kapsel (Fig. 18), in der Halsgegend (Fig. 12 bis 14, 20, 21) verdickt sie sich rechts und links zur Skelettplatte *(sk)*[1]. Nach außen ist das Epithel mit einer homogenen Cuticula *(c)* überzogen. Sie färbt sich mit Hämatoxylin und ist am dicksten an den lateralen Partien des Vorderkopfes (Fig. 1 bis 9; in Fig. 5 ist sie schief getroffen); auf der Dorsalseite und gegen den Hals zu ist sie jedoch nur ein dünnes Häutchen. Dort, wo es zur Entwicklung von Drüsenepithelien gekommen ist, fehlt sie.

Derivate des Epithels sind die Kopfspangen *(ls, vs)*. Zur Bildung dieser Skeletteile, deren Substanz den Hämatoxylinfarbstoff nicht annimmt, kommt es jedenfalls erst nach der Ausscheidung der Cuticula, da sie zwischen dieser und den Epithelzellen liegen (Fig. 1 bis 12, 18, 20). Ebenso sitzen die Greifhaken und Zähne dem Epithel auf und sind, wenigstens in ihren ersten Entwicklungsstadien, mit Cuticula (Oberhäutchen) überzogen. Das »sublamellare Gewebe« Krumbach's (4, p. 582 und 593), das unter der Basallamelle der Epidermis liegen und für den Aufbau der Greifhaken von großer Bedeutung sein soll, konnte ich nicht auffinden und glaube, daß Krumbach damit nur das an der Basis der Greifhaken etwas abweichend gestaltete Epithel gemeint hat. Die Zellen, denen der basale Umkreis des Hakens, namentlich dessen Rücken- und Schneidenpfeiler aufsitzt, sind, wie schon erwähnt, schmal zylindrisch und widerstandsfähig (Fig. 20). Sie umgeben Zellen unter der Höhlung jedes Hakens, die sich unmittelbar in das maschige Gewebe der Pulpa *(p)* fortsetzen. Das letztere ist daher nur als eine im Zusammenhang mit der Bildung der Haken stehende Wucherung des Epithels anzusehen. Das Verhalten der Basalmembran *(b)*, die sich unterhalb des ganzen Hakenfeldes ausbreitet und von da sich überallhin ununterbrochen unter dem Epithel verfolgen läßt, schließt jede Beteiligung anderer als rein epithelialer (ektodermaler) Elemente an der Bildung der Haken aus.

Analog verhalten sich die Zähne. Nur bei den kleineren Arten dürfte ihnen eine Pulpa ganz fehlen; bei den größeren ist sie, solange der Zahn noch jung ist, vorhanden, wird aber später von dessen Basis aus durch Hartsubstanz ersetzt, jedoch so, daß immer noch ein kleiner unregelmäßiger (abgekammerter) Hohlraum im distalen Ende des Zahnes übrig bleibt. Zeitlebens erhält sich die Zahnpulpa nur bei *S. hexaptera* (Vorderzähne) und bei *Krohnia pacifica*. Nicht immer sind die Zähne mit aufgesetzten Spitzen oder Krönchen (*S. serratodentata*, Hinterzähne) versehen, Öffnungen habe ich jedoch niemals an ihnen bemerkt. Ich kann sie daher nicht als Giftorgane (Krumbach) deuten und glaube, eher die Vestibulargruben als solche in Anspruch nehmen zu müssen.

Nervensystem. Sämtliche Teile des Nervensystems sind im Kopfe von Bindegewebe (*bw*) umhüllt, das namentlich dort, wo es zur Bildung von Ganglien kommt, mächtig entwickelt ist; es hört jedoch auf, wenn die Nerven in das Epithel übertreten. Um das Gehirn bildet es das widerstandsfähige, sogenannte Mantelgewebe Schneider's (6, p. 696), welches mit seiner dorsalen Fläche das Gehirn und die davon ausgehenden Nervenwurzeln an die Basalmembran des Kopfes befestigt (Fig. 3 bis 8, 19), während seine ventrale Fläche der Insertion eines Kappenmuskels (*r. pr)* dient. Mit dem Bauchganglion ist das Gehirn durch die beiden Hauptkommissuren, mit den Vestibularganglien (Grassi, seitliche Kopfganglien

---

[1]) Auf dieselbe Weise, nämlich durch lokale skelettartige Verdickung der Basalmembran, kommen die Flossenstrahlen zustande, wie ich mich auf Querschnitten durch die hintere Körperpartie von Sagitten überzeugen konnte (vgl. auch 6, p. 694).

Hertwig), die zusammengenommen an Masse dem Gehirne gleichkommen, durch je eine bogenförmige Stirnkommissur (nervi cerebrali anteriori Grassi) verbunden (Fig. 15, 16, *cc, cf*). Dadurch, daß sich zwischen die Vestibularganglien ventral die Schlundkommissur (commissura retroboccale Grassi) ausspannt *(cb)*, kommt es im Kopfe der Chätognathen zur Bildung eines vollständig geschlossenen, den Schlund umgebenden Ringes (Gehirn—Stirnkommissur—Vestibularganglion—Schlundkommissur), von dem aus alle übrigen Nerven ihren Ursprung nehmen. Sie sind mit Ausnahme eines einzigen paarig.

Aus dem Gehirn *(g)* selbst entspringen die beiden längst bekannten Paare der optischen und Coronalnerven. Die ersteren *(no)* verbleiben unter der Basalmembran, die zuletzt eine Kapsel um das Auge bildet (Fig. 17, 18). Die letzteren *(nc)* treten jedoch sehr bald in das hinter dem Gehirn mehrschichtige Kopfepithel aus. Die bereits erwähnte Hauptkommissur verläuft anfangs in der Kappe knapp unterhalb der Basalmembran (Fig. 8 bis 11), außen von einem Wulst ähnlicher blasiger Epithelzellen begleitet, wie wir sie über dem Gehirn finden. Erst in der Gegend des Halses, vor der Skelettplatte, dringt sie in das Epithel ein (Fig. 12, 13, 21), in welchem sie bis zu ihrer Vereinigung mit dem Bauchganglion verbleibt. Die meisten übrigen Nerven entspringen aus dem vorderen Abschnitte der Vestibularganglien. Berachten wir zunächst *S. hexaptera* (Fig. 15), so sehen wir: 1. Einen Nerven, der sich nach vorne gegen die Hinterzähne zu wendet, und dessen Ursprung ein kleines Ganglion anliegt. Es ist der Frontalnerv mit dem Frontalganglion *(nf, gf)*; 2. Einen Nerven, der knapp neben der Stirnkommissur nach innen abzweigt und sich sodann nach hinten wendet, um den Schlund der Länge nach jederseits zu begleiten. Man bezeichnet ihn daher am besten als seitlichen Schlund- oder Buccalnerven (*nb*; Fig. 5 bis 9), das ihm anliegende Ganglion *(gb)* als Schlund- oder Buccalganglion (Hertwig, ganglio periesofageo Grassi). 3. Dorsal entspringt aus dem Vestibularganglion ein kräftiger Nerv *(nd)*, der sich im Bogen nach oben und rückwärts wendet, in die Muskulatur eindringt und sich unterhalb der Lateralspangen (Fig. 6 bis 11) bis zum Halse verfolgen läßt (Dorsalnerv, nervo lunghissimo Grassi). 4. Mehrere kleinere Nerven, wovon zwei in Fig. 15 angedeutet sind. Der eine davon *(n')* verläuft direkt zu den Haken, der andere *(n)* entspringt ventral aus der Mitte des Vestibularganglions und wendet sich seitwärts. Zwei weitere Nerven zweigen von der Schlundkommissur ab: ein paariger *(nl)* nach außen, den ich nur ein kurzes Stück weit verfolgen konnte (Labialnerv), und ein unpaarer *(nb')* nach innen und hinten, der analog zu den seitlichen Schlundnerven den Anfangsdarm längs seiner ventralen Medianlinie begleitet. Er mag daher als ventraler Schlundnerv bezeichnet sein (Fig. 19). Anfänglich ist er in die Längsmuskulatur des Schlundes eingebettet (Fig. 9), später jedoch entfernt er sich vom Darme und dringt in den M. transversus ventralis ein, woselbst er, wie ich noch bemerken konnte, sich gabelt (Fig. 11).

Der Vergleich des Nervensystems anderer Arten mit dem von *S. hexaptera* ergibt hauptsächlich im Verhalten der Frontalganglien Unterschiede. Bei *S. lyra* (Fig. 16) sind die letzteren etwas voluminöser, liegen jedoch der Stirnkommissur an und der seitliche Schlundnerv entspringt scheinbar aus ihnen. Bei *S. bipunctata* stimmt das Nervensystem mit dem von *S. hexaptera* überein, nur sind die Vestibular- und Schlundganglien verhältnismäßig stärker entwickelt, die Frontalganglien dagegen reduziert. Bei *S. inflata* endlich sind die letzteren vollständig mit den Vestibularganglien verschmolzen. Die Ansicht Hertwig's (3, p. 233) und Grassi's (2, p. 56), daß das Frontalganglion überhaupt nur einen Teil des Vestibularganglions bedeute, scheint daher wenigstens in manchen Fällen berechtigt. Die Schlundganglien, die bei *S. bipunctata* und *inflata* ganz so ausgebildet sind wie bei *S. hexaptera*, sind bei *S. lyra* (Fig. 16) nur auf kleine Knötchen reduziert, die in der Schlundmuscularis liegen. Bei der letztgenannten Art konnte ich übrigens noch zwei kleine Labialganglien *(gl)* gleich unter dem Epithel, rechts und links vom sogenannten intramuskulären Organ (Grassi), dem Labialnerven eingelagert konstatieren.

Muskulatur. Den einzigen nennenswerten Versuch, die einzelnen Muskelzüge des Kopfes zu unterscheiden und zu benennen, hat bisher nur Grassi (2, p. 44 bis 47) unternommen. Allein die Mazerationsmethode, welche der genannte Forscher bei seiner Untersuchung anwandte, mußte bei der Zartheit der sich auf mannigfaltige Weise durchflechtenden Muskeln irreführen. Die Verfolgung meiner Schnittserien lehrte mich, daß in Wahrheit die Kopfmuskulatur der Chätognathen viel komplizierter

ist, als Grassi annahm, und daß infolge zahlreicher Beobachtungsfehler auch ein Anknüpfen an seine Ergebnisse unmöglich ist. Ich habe nur einige seiner Bezeichnungen übernehmen können (vgl. 5).

Der Insertion der Muskeln, die fast alle paarig sind, dienen außer der Basalmembran des Kopfes und des Halses auch noch gewisse bindegewebige Lamellen, die sich in der Kopfhöhle ausspannen. Die eine davon (Fig. 1, 2, *bw. l*) teilt den Stirnteil des Kopfes in eine rechte und linke Hälfte; sie reicht nicht weit, sondern geht alsbald in die einerseits den Darm, andererseits das Gehirn umgebenden Bindegewebsschichten über (Fig. 19). Die andere (Fig. 9 bis 14, 17, *dm*) stellt ein dorsales Aufhängeband des Darmes vor, beginnt hinter dem Gehirn (zugleich mit dem vordersten Ende des M. obliquus superficialis) und geht in der Halsgegend direkt in das dorsale Rumpfmesenterium über. Ontogenetisch hängen die beiden Lamellen als Reste eines dorsalen »Kopfmesenteriums« zweifellos zusammen.

Sämtliche Muskeln des Kopfes zeigen scharfe Konturen, in denen ich ab und zu Kerne beobachtete. Zuweilen treten doppelt konturierte homogene Umhüllungen auf, denen Kerne von außen anliegen (M. bicornis, M. obliquus superficialis teilweise). Ich zweifle nicht, daß es sich hiebei um faszienartiges Bindegewebe handelt, das häufig auch anderen Muskeln zur Insertion dient. Auch fehlt eine solche scharfe Konturierung den Muskeln der Kappe, die sich sonst in nichts von denen des Kopfes unterscheiden.

Wenn ich mich nun der Darstellung der einzelnen Muskeln zuwende, muß ich vorausschicken, daß ich dabei das Tier in normaler, horizontal schwimmender Lage betrachte; zugleich verweise ich als Ergänzung zu den hier reproduzierten Schnitten auf die in meiner früheren Publikation (5) enthaltenen Habitusbilder von Chätognathenköpfen, welche jene Muskelzüge, die ganz oder teilweise schon von außen erkennbar sind, zeigen.

Vom vordersten Stirnteil strahlen sechs Muskeln von durchaus verschiedenem Verlauf in den Körper aus. Dreien davon dient die vertikale Bindegewebslamelle *(bw. l)* als Insertionsfläche. Es sind dies: 1. Der M. expansus superior (Fig. 1 bis 7, 20, *es*); er zieht unter starker Verbreiterung im Bogen jederseits zur entsprechenden Lateralspange, um längs der ganzen vorderen Hälfte der letzteren zu inserieren. Er vertritt wahrscheinlich die Stelle eines elastischen Bandes, das vorne die beiden Spangen zusammenhält, wenn deren hintere Enden durch die Aktion des M. transversus dorsalis (siehe unten) einander genähert werden, wirkt also antagonistisch zu diesem. Daneben ist er, wenigstens in manchen Fällen, auch an der Aufrichtung der Hinterzähne beteiligt (*S. inflata*). 2. Der M. expansus inferior (*ei*) inseriert hinter dem ebengenannten an der Bindegewebslamelle, zieht nach unten und breitet sich rechts und links auf der Ventralseite der Stirne aus (Fig. 1 bis 3). Bei *S. hexaptera* als einer zahnarmen Art ist er verhältnismäßig schwach entwickelt, bei *S. lyra* reicht er jedoch nach vorne bis unter die Vorder-, nach hinten bis unter die Hinterzähne und vermag beide aufzurichten. Dieselbe Funktion hat er bei *S. bipunctata* läßt sich jedoch bei dieser Art nicht scharf von M. expansus superior trennen. Bei *S. inflata* endlich ist er reduziert, verläuft nach hinten und ist an der Schließung des Mundes beteiligt. 3. Der M. obliquus capitis brevis (Fig. 1, 19, *ob*), ein kleiner Muskel, der sich zwischen der Bindegewebslamelle und den vordersten Enden der Stirne ausspannt. Er heftet sich an die Basen der Vorderzähne.

Von den weiteren drei Muskeln dienen zwei, der M. constrictor oris primus und alter, dem Verschlusse des Mundes. Der erstere *(co 1)* inseriert am M. expansus superior an je einer rechts und links von der Medianebene gelegenen dreieckigen Fläche (Fig. 2) und verläuft unter steter Verbreiterung und Abflachung nach hinten und außen zu den Seitenteilen des Vestibulums (Fig. 3 bis 5). Der andere *(co 2)* inseriert ganz vorne am Innenrande der Lateralspangen und verläuft nach hinten und unten zu Partien, die innerhalb von der Insertion des M. constrictor primus, also bereits im Munde liegen (Fig. 1 bis 7). Seine Gestalt ist schief kegelförmig. Die Kontraktion dieser beiden sich kreuzenden Muskel hat zur Folge, daß die Seitenteile des Vestibulums und des Mundes nach vorne und innen gezogen werden und letzterer sich zu einem ⊤-förmigen Spalte schließt (vgl. 5, Fig. 2 *A*).

Der sechste der von der Stirne ausstrahlenden Muskeln ist der bandförmige M. obliquus capitis longus *(ol)*. Seine vordere Insertion liegt hart neben der des M. constrictor alter an der Lateralspange (Fig. 1), seine hintere an der dorsalen Kopfwand unterhalb des Coronalnerven (Fig. 9, 17, 18). Seine

Kontraktion verkürzt den Kopf und wölbt dessen Oberseite, so daß bei gleichzeitiger Aktion der Kappenmuskeln die Kappe vor-, respektive zurückgleiten kann.

Auf der Oberseite des Kopfes fallen hinter dem M. obliquus longus noch zwei flache Muskeln auf: der M. obliquus superficialis *(os)* und der M. transversus dorsalis *(td)*. Der erstere erscheint unpaar, besteht jedoch aus zwei symmetrischen Hälften (Fig. 9 bis 14, 21), die durch die Bindegewebslamelle *(dm)*, welche den Kopfdarm suspendiert, geschieden sind und zusammen die Gestalt eines gleichschenkeligen Dreieckes mit abgerundeter Basis haben. Seine vordere Insertion liegt an der dorsalen Kopfwand, gleich hinter dem Gehirngrübchen (Fig. 19). Er verbreitert sich rasch nach hinten zu und keilt sich zuletzt zwischen die Körperwand und die dorsalen Längsbänder der Rumpfmuskulatur ein. In seinem feineren Baue gleicht er den letzteren vollkommen: wie dort sehen wir auch hier (Fig. 17, 18) die Fasern zu Lamellen angeordnet (vgl. 6, p. 698). Wie Fig. 17 zeigt, kann der Querschnitt seiner vorderen Hälfte auch rundlich sein. Unter dem M. obliquus superficialis inseriert an der Fortsetzung der Bindegewebslamelle der M. transversus dorsalis (Fig. 10 bis 14, 19 bis 21). Die Fasern dieses ungemein kräftigen Muskels verlaufen quer jederseits zum hinteren abgerundeten Rande der Lateralspangen, greifen daher auch etwas auf die Ventralseite über. Von der Funktion dieses für die Hakenbewegung außerordentlich wichtigen Muskels soll später die Rede sein.

Die Unterseite des Kopfes nehmen größtenteils die gewaltigen Massen des M. complexus lateralis (Fig. 6 bis 14, 20, *cl*) ein. Der genauere Bau dieses Muskels würde ein eigenes Studium erfordern, da er aus zahlreichen, sich auf mannigfaltige Weise durchkreuzenden und meist bogenförmig verlaufenden Fasernbündeln besteht, die hauptsächlich unter der Ventralspange *(vs)* und der diese zunächst umgebenden Kopfwand, dann aber auch am M. bicornis (siehe unten) inserieren. Jedenfalls stellt er einen ungemein plastischen Körper vor, dessen Gestalt sich nach allen drei Dimensionen verändern kann und mit Rücksicht auf seine Größe auch die allgemeine Kopfform bestimmt. Ebenso unklar ist mir die Bedeutung des M. bicornis *(mb)* geblieben. Seine Gestalt ist halbmond- oder wurstförmig, wobei sein mittlerer Teil superfiziell liegt und mit den umgebenden Geweben nicht fix verbunden ist, seine beiden Enden in den M. complexus lateralis eindringen (Fig. 8, 9, 19). Seine Fasern verbinden bogenförmig die konvexe Innen- (Ober-) Seite mit der konkaven Außen- (Unter-) Seite, sind daher im medialen Teile annähernd dorsoventral, in den Enden mehr transversal. Ihre Insertion finden sie an der eigenen widerstandsfähigen Umhüllung dieses unpaaren Muskels, so daß dieser ein für sich selbst bewegliches Stück vorstellt. Die Umhüllung wird von Grassi (2, p. 46) richtig als »amorfa tempestata di nuclei« beschrieben. Es handelt sich um ein Bindegewebe, das sich teilweise in eine der Basalmembran analoge homogene Hülle um den Muskel umgewandelt hat, soweit dieser frei ist; die beiden in den M. complexus lateralis ragenden Enden sind wie gewöhnlich einfach konturiert. Der Rest des Bindegewebes umgibt epithelartig (Fig. 19, *bw'*) die homogene Substanz *(x)* und deren Annexe. Vom medialen Teile entspringen nämlich zwei Fortsätze, ein leistenartiger ventraler *(y)*, der eine Brücke zur Kopfwand bildet und in deren Basalmembran übergeht, und ein hinterer schwertartiger *(z)*, der sich weiter rückwärts an den Kopfdarm anlegt (Fig. 10) und sich verbreiternd bis zum M. transversus ventralis (siehe unten) reicht, in dessen Umhüllung er übergeht. Auf diese Weise kommt ein Gerüstwerk, das man wohl als Entoskelett bezeichnen kann, und ein Komplex miteinander und mit der Kopfhöhle kommunizierender Kammern zustande, dessen nähere Untersuchung zusammen mit der des rätselhaften, in den M. bicornis eingebetteten intramuskulären Organs *(io)* noch manches Interessante bringen dürfte.

Bezüglich der Funktion des M. bicornis kann man sich nur in Vermutungen ergehen. Jedenfalls ist er fähig, seinen Krümmungsradius zu ändern, und stellt dadurch eine Art ventraler Lippe des Vestibulums vor. Doch dürfte er auch als ventrales Verbindungsglied der beiden Kopfhälften von Bedeutung sein.

Zwischen dem M. complexus lateralis und dem letzten Drittel der Lateralspange liegen jene Faserzüge, die ich in ihrer Gesamtheit als M. adductor uncinorum (Fig. 9 bis 12, *ad*) bezeichnet habe (5, p. 7), da sie die Schneidenpfeiler der Greifhaken mit dem Hinterende der Lateralspange verbinden (Fig. 20) und so ein Zusammenschlagen jener ermöglichen. Das Spreizen der Haken erfolgt jedoch durch

die kombinierte Aktion von M. transversus dorsalis und Lateralspange. Wie ich andernorts ausführte (5, p. 7), sucht der Muskel »die hinteren, den Haken eng anliegenden Enden der Spange der Medianlinie zu nähern, wobei auf die in der Muskulatur steckenden Rückenpfeiler der Haken ein starker Druck ausgeübt und der aus der Muskulatur vorragende Teil des wie ein zweiarmiger Hebel beweglichen Hakens nach außen (in die Angriffsstellung) gedreht wird«.

Der Erweiterung des Vestibulums und des Mundes dienen drei Muskeln. 1. Der M. dilatator vestibuli externus (Fig. 5 bis 8, *dv. e*). Er inseriert an der Wand des Vestibulums hinter den Vestibulargruben und besteht in seiner ventralen Hälfte aus zwei Teilen, einem vorderen und einem hinteren, deren Fasern verschiedenen Verlauf zeigen (vgl. 5, Fig. 1 *E*, 2, 3). In der dorsalen, etwas nach rückwärts zur Lateralspange ziehenden Hälfte jedoch werden sie einander parallel und finden an letzterer ihre Insertion, zwischen der des M. expansus superior und adductor uncinorum. Von jenem sind sie scharf geschieden, von diesem jedoch auf Querschnitten wenigstens anfangs nicht zu trennen. Es erklärt sich dies daraus, daß die beiden Muskeln jedenfalls gleichzeitig wie ein einziger in Aktion treten: sollen die Haken die erfaßte Beute in den Schlund drücken, muß dieser und das Vestibulum auch zugleich erweitert werden. 2. Der M. dilatator vestibuli internus (Fig. 6 bis 8, 20, *dv. i*). Er spannt sich zwischen der Mitte der Innenkante der Lateralspange und den nach innen von der ventralen Insertion des M. constrictor oris alter gelegenen Partien des Vestibulums aus, wobei seine Fasern sich teilweise auch an den letzteren Muskel und an den M. complexus lateralis ansetzen. Vorne liegt ihm dicht das Vestibularganglion an (Fig. 20). Bei *S. lyra* beschränkt sich seine dorsale Insertion nicht bloß auf die Innenkante der Lateralspange, sondern greift auch auf das hintere Ende des M. expansus superior bis zur Außenkante der Lateralspange über. 3. Der M. dilatator oris (Fig. 7 bis 9, *do*) heftet sich einerseits am Vorderende des M. obliquus superficialis unter der Insertion des M. obliquus capitis longus (Fig. 17, 18), andererseits an die Längsmuskulatur der Mundhöhle, teilweise auch an den M. dilatator internus an. Die beiden letztgenannten Muskeln verlaufen, wie aus den reproduzierten Querschnitten ersichtlich ist, nicht dorsoventral, sondern etwas schief, indem ihre dorsale Insertion weiter hinten liegt als ihre ventrale.

Es erübrigt mir noch die Besprechung dreier Muskeln, die alle nicht ganz dem Kopf allein angehören, sondern auch auf die Hals- und Rumpfregion übergreifen. Auf der Ventralseite liegt der M. transversus ventralis (Fig. 11 bis 14, 19, 21, *tv*), außer dem M. bicornis der einzige unpaare Muskel des Kopfes. Seine Gestalt ist flach, im Umriß dreieckig oder deltoidisch. Seine Insertion liegt bei *S. inflata* rechts und links auf der ventralen Körperwand; bei den anderen von mir untersuchten Arten keilt er sich noch ein Stück weit zwischen die ventralen Längsbänder des Rumpfes *(vl)* ein. Der M. rectus colli internus heftet sich an einer Stelle knapp vor der Insertion des M. transversus dorsalis an den hinteren dorsalen Innenrand der Lateralspange an (Fig. 10, *ri*) und wendet sich, zwischen M. complexus lateralis und transversus dorsalis verlaufend (Fig. 11 bis 14), nach unten und hinten zur Skelettplatte. Der M. rectus colli externus dagegen kommt vom ventralen Innenrande der Lateralspange (Fig. 12, *re*) und zieht in mehr gerader Richtung nach hinten oben, außerhalb des M. rectus internus (Fig. 13, 14) zur Skelettplatte. Beide Muskeln kreuzen sich und inserieren an dieser, der externus über dem internus (vgl. 5, Fig. 4 *B*). Ersterer ermöglicht Nickbewegungen des Kopfes; antagonistisch zu ihm wirkt hauptsächlich der M. obliquus superficialis, dann aber auch der M. rectus internus. Unter den von mir untersuchten Arten vermißte ich jedoch den letzteren bei *S. bipunctata* (Fig. 21).

Bezüglich der Kopfkappe verweise ich auf die Darstellung, die ich davon an anderer Stelle (5, p. 8 bis 9) gegeben habe. Die hier reproduzierten Schnitte (Fig. 2 bis 12, 18) zeigen ihre mit gewöhnlichem Epithel bedeckte Außen- und ihre mit einem Drüsenepithel bedeckte Innenwand. Die Drüsenzellen sind durchaus gleichartig, cyanophil, die des äußeren Randes jedoch zeichnen sich gegenüber den anderen durch außerordentliche Länge und Zottenbildung aus. Überall setzt sich die Kopfhöhle *(kc)* in die Kappe fort. Die Insertionen des Retraktormuskels *(r. pr)* sind in Fig. 6, 7 und 12 ersichtlich.

Schlundmuskulatur. Die außerordentliche Mächtigkeit der den Kopfdarm im Verhältnis zum Rumpfdarm umgebenden Muskulatur macht eine eigene Bezeichnung des ersteren — Schlund (esofago

Grassi — notwendig. Er beginnt mit der spaltförmigen, jedoch starker Erweiterung fähigen Mundöffnung und reicht bis etwa zur Halsgegend; sein Querschnitt ist je nach dem Kontraktionszustand rund oder länglich. Sein Epithel *(de)*, dreimal so hoch als das des Rumpfdarmes, sitzt einer sehr dicken, mit Hämatoxylin sich intensiv färbenden Basalmembran auf (Fig. 2 bis 11, *b'*). Auf diese folgen zunächst Längsfasern (vgl. 2, p. 75), die jedoch keine geschlossene Schicht bilden, sondern in Bündeln zu 2 bis 5 innerhalb eines maschigen Bindegewebes verlaufen. Dies ist der Fall bei *S. hexaptera* und *bipunctata*, bei welchen Arten auch die Fasern drehrund sind. Bei *S. lyra* (Fig. 17, *l*) und *inflata* dagegen bietet ihr Querschnitt einen anderen Anblick. Sie sind bandförmig, normal zur Basalmembran orientiert und nicht zu Gruppen angeordnet, sondern bilden — ohne sich jedoch eng aneinanderzuschließen — eine einzige Lage.

Die Längsmuskulatur des Schlundes läuft nicht kontinuierlich rund herum, sondern ist sowohl oben als unten längs der Medianlinie unterbrochen. Dorsal beginnt schon vor der Gegend des Gehirns jener schmale Kanal (Fig. 5 bis 14, *v*), der später zwischen Darm und dorsales Mesenterium zu liegen kommt (Fig. 17, 18) und vielleicht ein Blutgefäß vorstellt (Grassi, p. 81). Ventral legt sich der ventrale Schlundnerv (Fig. 9, 19, *nb'*) eng an die Basalmembran an und unterbricht die Kontinuität der Längsmuscularis. Sie hört, immer schwächer werdend, noch vor der Halsgegend auf. Zu bemerken ist noch, daß die seitlichen Schlundnerven (*nb*; Fig. 5 bis 9) in ihr verlaufen.

Auf die Längsfaserschicht folgt die Ringmuskulatur. Auch diese Schicht ist nur anfangs kontinuierlich (Fig. 19, *r*). Später besteht sie hauptsächlich aus dorsoventral verlaufenden Halbringen, deren entsprechende Insertionen wechseln. Dorsal inserieren sie zuerst an dem erwähnten Längsgefäß (Fig. 5 bis 8, *v*), später am M. obliquus superficialis (Fig. 9, 17, 18) und zuletzt am dorsalen Mesenterium (Fig. 10 bis 13). Ventral bleibt die Ringmuskulatur länger kontinuierlich; nachdem aber die Längsmuscularis an Dicke abgenommen hat, schiebt sich der ventrale Schlundnerv dazwischen und an die Umhüllung des letzteren (Fig. 10), später an die des M. transversus ventralis (Fig. 11, 12) heften sich die Halbringfasern an. Unter den von mir untersuchten Arten hat nur *S. lyra* die Eigentümlichkeit, daß ventral die Ringfasern auch an ein Mesenterium (Fig. 17, *vm*) inserieren, das anfangs als Fortsetzung der Schlundnervumhüllung erscheint, später zwischen der Basalmembran des Schlundes und dem M. transversus ventralis sich ausspannt und zuletzt in das ventrale Rumpfmesenterium übergeht. Die Ringmuskulatur besteht aus mehreren Lagen dicht aneinanderschließender Fasern; nach außen folgt stets noch ein kernhaltiges Bindegewebe *(bw)*, das Grassi (2, p. 75) schon bekannt war und stellenweise (Fig. 10) sehr mächtig wird. Ich konnte die Ringfasern zwar etwas weiter als die Längsfasern verfolgen, doch waren sie in der Gegend des Halses schon sehr spärlich und undeutlich. Sie gehen jedenfalls in die außerordentlich zarte Muscularis des Rumpfdarmes über (vgl. 6, p. 699).

Zum Schlusse sei noch darauf hingewiesen, daß die vordersten Enden des Rumpfcöloms *(rc)* ziemlich weit in den Kopf hineinragen. Bei *S. hexaptera* sind sie häutig (Fig. 11 bis 14) und legen sich anfangs dem Darme und dem M. transversus ventralis an, konvergieren also im Kopfe. Das ventrale Längsband *(vl)* beginnt etwas früher als das dorsale *(dl)*. In Fig. 19 ist durch eine punktierte Linie angedeutet, wie weit die Cölomsäcke des Rumpfes bei *S. hexaptera* in den Kopf hineinragen; nicht so weit reichen sie bei *S. bipunctata* (Fig. 21). Bei dieser Art stoßen ihre vordersten Enden an den M. complexus lateralis und legen sich zugleich an die Skelettplatte an, divergieren also. Auch lassen sie sofort die Köpfe der dorsalen und ventralen Längsbänder erkennen, die hier bedeutend kräftiger sind als bei *S. hexaptera*. Wie früh bereits im Embryonalleben sich das Rumpfcölom in die Kopfregion einschiebt, geht aus den entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen Doncaster's hervor (1, p. 360 und 376).

Literatur.

1. Doncaster, L. On the Development of Sagitta. Quart. J. Micr. Sci. Ser. 2, Bd. 46; 1902.

2. Grassi, B. I Chetognati. Fauna Flora Golf. Neapel. Monographie 5. Leipzig 1883.

3. Hertwig, O. Die Chätognathen. Jena. Zeitschr. N. F. Bd. 7; 1880.

4. Krumbach, Th. Über die Greifhaken der Chätognathen. Zool. Jahrb. Syst. Bd. 18; 1903.

5. Ritter-Záhony, R. v. Chätognathen in: Zoolog. Ergebn. Exp. S. M. S. »Pola« östl. Mittelmeer 1890/94. Denkschr. Wien. Akad. Bd. 84; 1909; Separata 1908.

6. Schneider, K. C. Lehrbuch der vergleichenden Histologie der Tiere. Jena 1902.

Erklärung der Abbildungen.

a Auge.
ad M. adductor uncinorum.
b, b' Basalmembran.
be Wulst blasiger Epithelzellen.
bw, bw' Bindegewebe.
bw. l Bindegewebslamelle.
c Cuticula.
cb Schlund- } Kommissur.
cc Haupt- } Kommissur.
cf Stirn- } Kommissur.
cl M. complexus lateralis.
co 1 M. constrictor oris primus.
co 2 M. constrictor oris alter.
de Darmepithel.
dl Dorsales Längsband der Rumpfmuskulatur.
dm Dorsales Mesenterium.
do M. dilatator oris.
dr Drüsenepithel.
dv. e M. dilatator vestibuli externus.
dv. i M. dilatator vestibuli internus.
e Kopfepithel.
ei M. expansus inferior.
es M. expansus superior.
f Corona.
g Gehirn.
gg Gehirngrübchen.
gb Schlund- } Ganglion.
gf Frontal- } Ganglion.
gl Labial- } Ganglion.
gv Vestibular- } Ganglion.
hz Hinterzähne.
io Intramuskuläres Organ.
kc Kopfhöhle.
l Längsmuskulatur des Schlundes.
ls Lateralspange.
mb M. bicornis.
n, n', n'' Nerven.
nb Seitlicher Schlundnerv.
nb' Ventraler Schlundnerv.
nc Coronalnerv.
nd Dorsalnerv.
nf Frontalnerv.
nl Labialnerv.
no Opticus.
ob M. obliquus capitis brevis.
ol M. obliquus capitis longus.
os M. obliquus superficialis.
p Pulpa der Greifhaken.
p.pr M. protractor praeputii.
pr Kappe.
r Ringmuskulatur des Schlundes.
rc Rumpfhöhle.
re M. rectus colli externus.
ri M. rectus colli internus.
r. pr M. retractor praeputii.
sk Skelettplatte.
sp Schneidenpfeiler der Greifhaken.
t Tasthügel.
td M. transversus dorsalis.
tv M. transversus ventralis.
u Greifhaken.
v Gefäß.
vg Vestibulargrube.
vl Ventrales Längsband der Rumpfmuskulatur.
vm Ventrales Mesenterium.
vo Vestibularorgan.
vs Ventralspange.
x, y, z Entoskelett.

Tafelerklärung.

Fig. 1—14. *Sagitta hexaptera* Orb. Verschiedene Querschnitte durch den Kopf und die Halsgegend. × 35.

» 15. *S. hexaptera* Orb. Nervensystem des Kopfes. × 70.

» 16. *S. lyra* Krohn. Nervensystem des Kopfes. × 70.

» 17. *S. lyra* Krohn. Querschnitt durch den Schlund und die Rückenpartie des Kopfes knapp vor den Augen. × 125.

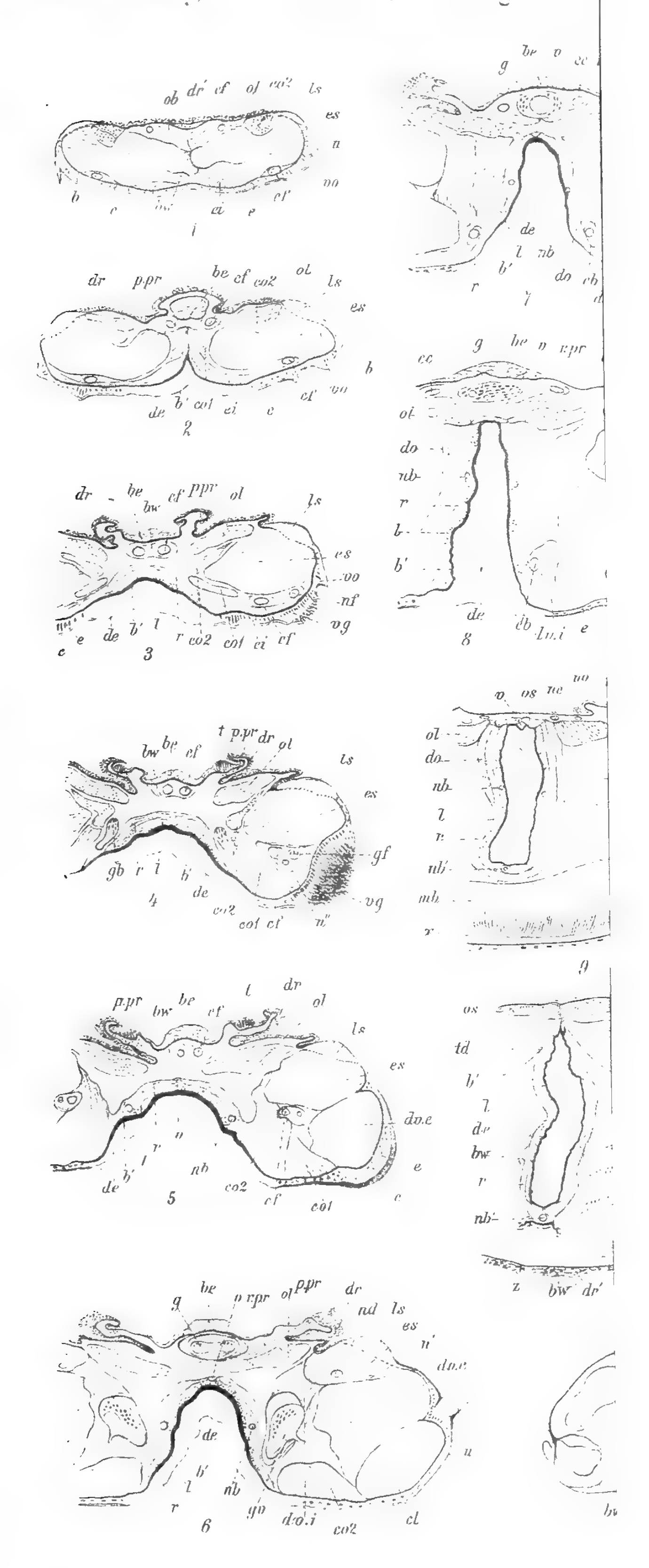
» 18. *S. inflata* Grassi. Querschnitt durch die Kappe in der Gegend der Augen. × 160.

» 19. *S. hexaptera* Orb. Medianer Längsschnitt durch den Kopf. × 40.

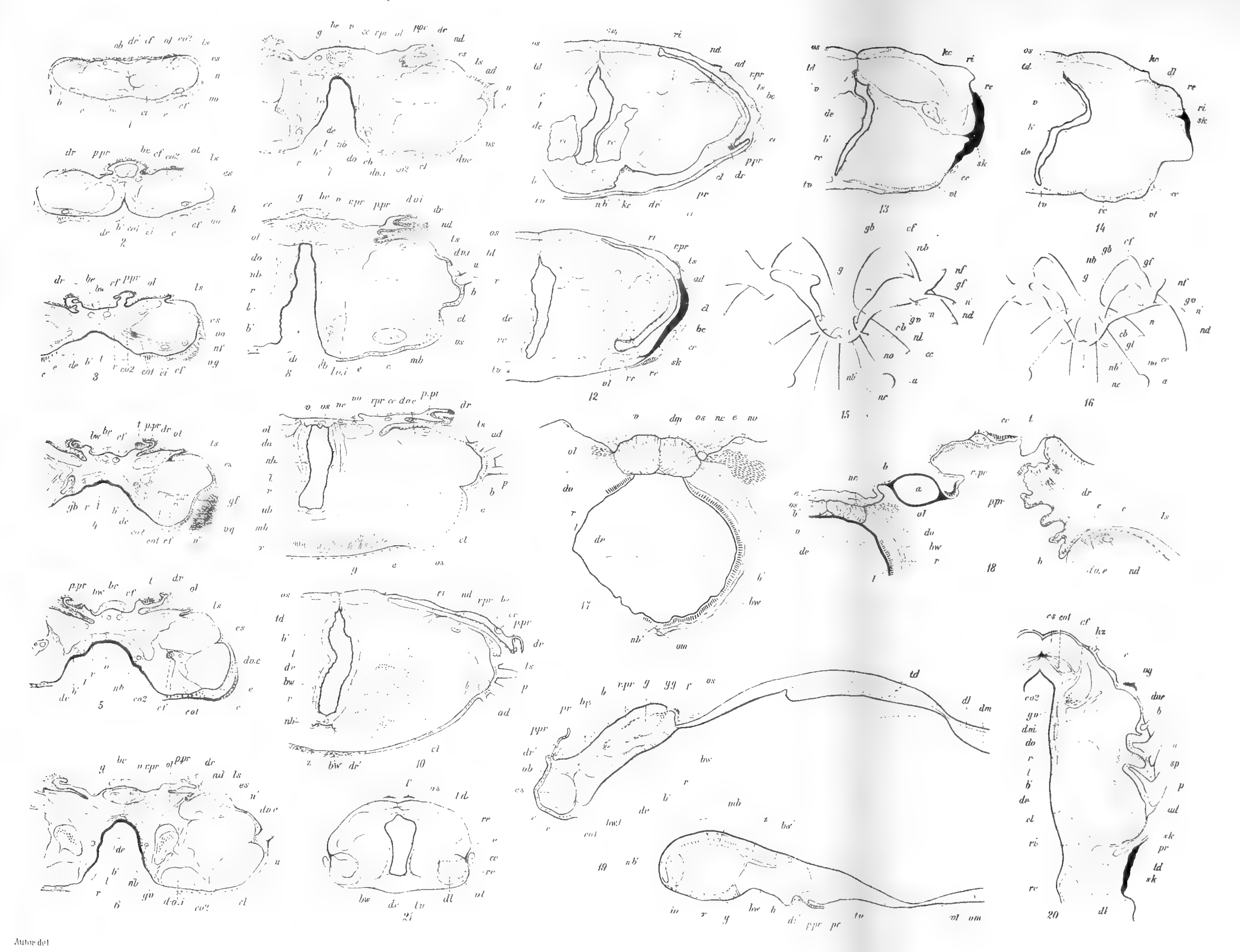
» 20. *S. lyra* Krohn. Längsschnitt durch den Kopf in der Ebene der Vestibularganglien. × 35.

» 21. *S. bipunctata* Q. G. Querschnitt durch die Halsgegend. × 70.

Ritter-Záhony, R. v.: Anatomie des Chätognathenk



Autor del



B.

BERICHTE

DER

KOMMISSION FÜR OZEANOGRAPHISCHE FORSCHUNGEN

IM

ROTEN MEERE

NÖRDLICHE UND SÜDLICHE HÄLFTE 1895/96—1897/98.

EXPEDITIONEN S. M. SCHIFF „POLA" IN DAS ROTE MEER

NÖRDLICHE UND SÜDLICHE HÄLFTE

1895/96—1897/98

XXVII.

ZOOLOGISCHE ERGEBNISSE.

CHÄTOGNATHEN

VON

DR. RUDOLF VON RITTER-ZÁHONY.

Mit 4 Textfiguren.

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 22. OKTOBER 1908.

Unsere Kenntnis der Chätognathenfauna des Indischen Ozeans beruhte bisher bloß auf der Publikation Doncaster's (1) über ein Material, das von den Lakkadiven und Maldiven stammte und auf der Monographie Fowler's im Werke der Siboga-Expedition, deren Forschungsgebiet der Malayische Archipel war (2). Den österreichischen Expeditionen S. M. Schiff »Pola« in das Rote Meer war es daher vorbehalten, eine wichtige Ergänzung dieser unserer Kenntnisse zu ermöglichen und es ist der Fürsorge des wissenschaftlichen Leiters der Expeditionen, Herrn Hofrat Dr. Franz Steindachner sowie seines Begleiters, Herrn Kustos Friedrich Siebenrock, besonders zu danken, daß das gesammelte Material so reichhaltig und im allgemeinen auch gut erhalten war.

Die genaue Durchsicht desselben, eine Arbeit, deren Früchte leider in einem wenig erfreulichen Verhältnis zur aufgewendeten Mühe stehen, ergab folgende acht Arten: *Sagitta hexaptera* Orb., *inflata* Grassi, *neglecta* Aida, *regularis* Aida, *robusta* Doncaster, *serratodentata* Krohn, *sibogae* Fowler-*Krohnia pacifica* Aida, die sämtlich auch im Malayischen Archipel vorkommen. Der Charakter der Chätognathenfauna des Roten Meeres ist daher durchaus indisch.

Auch die Ergebnisse bezüglich der vertikalen Verbreitung der verschiedenen Arten stimmen mit dem bisher Bekannten völlig überein, indem nur *S. sibogae* sich als rein mesoplanktonisch erwies, und unter den übrigen sämtlich epiplanktonischen Arten nur *S. hexaptera* auch in zwei Tiefenfängen beobachtet wurde (Vgl. 3, p. 2). Wichtig scheint mir der Umstand, daß ich, ebenso wie weder Doncaster noch Fowler, *S. bipunctata* Q. G. nicht aufgefunden habe. Dadurch werden die Zweifel, welche bereits Fowler (2, p. 68) gegen jene wenigen Angaben früherer Autoren über ein Vorkommen dieser Art in

Lokalitäten des Indischen Ozeans geltend gemacht hat, noch erhöht. Ich bin überzeugt, daß sie in allen diesen Fällen mit andren Arten *(S. neglecta, S. robusta)* verwechselt wurde und tatsächlich dem Indischen Ozean fremd ist.

Mein Material bestand aus 101 Oberflächen- und vier Schließnetzfängen (Station 12, 30, 83, 146) und war hauptsächlich in Alkohol, teilweise auch in Formol konserviert. Letzteres Mittel ist vorzuziehen, da es die Flossen erhält und die ursprüngliche Länge des Tieres bewahrt. Nach dem Übertragen aus Formol in Alkohol beobachtete ich, daß alle, namentlich aber die muskelschwächeren Arten sich oft um $^1/_5$ bis $^1/_4$ ihrer wirklichen Länge zusammenzogen. Beim Vergleich meiner Tabellen, die nach Alkoholexemplaren angefertigt sind, mit lebendem oder Formolmaterial ist daher auf eine entsprechende Korrektur der Längenangaben zu achten. Auch wurde bei den Messungen die Schwanzflosse nicht mit einbezogen.

Wie in meinem Bericht über die Chätognathen der Pola-Expeditionen in das östliche Mittelmeer (3), führe ich zunächst das Verzeichnis der Stationen, wo Chätognathen gefischt wurden, an und wende mich dann der Besprechung der einzelnen Arten zu. Über ihr Vorkommen in den einzelnen Fängen gibt der Übersichtlichkeit wegen eine Tabelle am Schlusse der Abhandlung Auskunft.

Verzeichnis der Stationen:

A. I. Expedition 1895/96.

Station	östl. Länge	nördl. Breite	Anmerkung
3.	34° 5'	27° 20'	
4.	34 53	26 20	
6.	34 43	25 50	
7.	35 40	25 0	
8.	—	—	
10.	38 22	21 27	
11.	37 22	21 27	
12.	37 5	21 39	Tanner-Netz, Tiefe 380 *m.*
13.	37 20	21 45	
14.	38 10	22 3	
17.	Nordwestlich von Jidda.		
18.	36° 38'	22 31	
19.	Nördlich von Mersa Halâib.		
21.	Bei der St. Johns-Insel.		
22.	Ebenda.		
23.	36° 0'	23° 50'	
24.	36 8	23 51	
25.	36 58	24 2	
28.	37 24	23 31	
29.	37 9	23 7	
30.	37 9	23 6	Tanner-Netz, Tiefe 766 *m.*
32.	36 41	22 54	
33.	37 40	22 35	
36.	38 8	23 31	
37.	38 29	22 48	
39.	38 21	22 24	

Station	östl. Länge	nördl. Breite	Anmerkung
40.	37° 58'	22' 6'	
42.	38 10	21 57	
43.	38 30	21 39	
45.	38 28	22 20	
46.	38 6	23 21	
49.	36 20	24 12	
52.	35 42	24 28	
53.	35 28	24 50	
57.	35 38	25 23	
60.	36 18	25 45	
62.	36 45	24 37	
63.	Ebenda.		
64.	35° 58'	26° 22'	
65.	35 32	26 7	
67.	35 0	26 26	
68.	34 27	26 28	
69.	34 35	26 56	
70.	32 55	28 50	
71.	32 30	29 45	
73.	34 36	27 25	
74.	35 14	27 24	
77.	34 56	27 34	
78.	35 16	26 57	
80.	35 10	27 0	
82.	35 9	26 44	
83.	34 10	27 4	Tanner-Netz, Tiefe 820 *m*.
84.	34 3	27 37	
86.	32 37	29 23	
89.	32 57	28 40	
90.	33 36	28 0	
91.	34 34·5	28 21·2	

B. II. Expedition 1897/98.

Station	östl. Länge	nördl. Breite	Anmerkung
97.	32° 56'	28° 42'	
98.	33 28	28 6	
100.	34 12	26 57	
101.	34 22	26 15	
102.	34 55	26 12	
103.	37 33·5	21 55·5	
104.	37 37	20 47	
105.	38 36	20 59	

Station	östl. Länge	nördl. Breite	Anmerkung
108.	37° 44·5'	21° 15'	
111.	37 45·4	20 40·6	
112.	38 12	20 2·6	
115.	37 57	19 51·5	
116.	38 3·3	20 24	
118.	37 46·4	20 4	
119.	38 24·7	19 25·8	
123.	39 26·6	19 50	
125.	39 0·2	18 1·4	
126.	39 38	17 43·5	
129.	39 37	19 17	
132.	40 5	18 30	
136.	39 35	17 31	
137.	40 14	18 3	
140.	40 32	17 31	
142.	39 59·2	17 6	
144.	40 38	16 56	
146.	41 28	15 56	Gießbrecht-Netz, Tiefe 348 *m*.
147.	41 35	15 1	
148.	40 37	15 8	
149.	44 31	12 35	
150.	43 21	12 49	
151.	41 5	15 2	
152.	Ebenda.		
153.	Südlich von Dahalak.		
154.	38° 31'	22° 0'	
155.	37 48	23 10	
158.	36 37	24 31	
159.	35 52	24 55	
160.	Beim Dädalus-Riff.		
161.	Ebenda.		
162.	Bei den Brothers.		
163.	34° 57'	27° 27'	
167.	35 33	26 40	
171.	35 17	27 0	
172.	35 47	26 7	
180.	34 23	26 17	
181.	34 14	26 34	
186.	Im Golf von Suez.		
187.	Ebenda.		

Sagitta hexaptera Orb.

Dies war die einzige Art, welche sowohl in Oberflächen-, als in Tiefenfängen (Station 12 und 30) vorkam. Meine Meß- und Zählergebnisse an ganz jungen Individuen bis zu solchen von 5 *cm* Länge stimmen so gut mit denen Fowler's an der *S. hexaptera* des Malayischen Archipels (2, p. 13) überein, daß eine Tabelle daraus nicht nötig ist. Ein Fehlen der Hinterzähne beobachtete ich, ebenso wie Fowler niemals. Daraus ergibt sich ein kleiner Unterschied gegenüber der *S. hexaptera* des Mittelmeeres, die ich selbst (3, p. 9) untersuchte. Man kann sagen, daß bei letzterer die Zahl der Hinterzähne durchschnittlich geringer ist als bei der des Indischen Ozeans. Im übrigen herrscht jedoch völlige Übereinstimmung

Sagitta inflata Grassi.

S. inflata ist die gemeinste Art des Indischen Ozeans. Sie fand sich fast in allen Oberflächenfängen der Pola-Expeditionen und oft in großer, hunderte betragender Anzahl vor. Dasselbe Resultat zeigt auch die Siboga-Expedition (2, p. 28). Die Art zeichnet sich wie kein anderer Chätognath durch eine eigentümliche Variabilität aus. Ich habe unzählige Individuen untersucht und den Eindruck gewonnen, daß die *S. inflata* des Indischen Ozeans sich auf dem Wege der Spaltung in zwei distinkte Arten befindet.

S. inflata tritt im Indischen Ozean in zwei Typen auf, deren Unterscheidungsmerkmale hauptsächlich die relative Länge des geschlechtsreifen Tieres und die Form der Corona sind. Der kleinere Typus den ich *minor*-Typus nenne, erreicht eine Länge von höchstens 12 *mm*. Der Körper ist sehr durch sichtig, männliche und weibliche Geschlechtsreife ist schon bei 6—8 *mm* langen Individuen eingetreten Dabei sind die Ovarien (0·5—1 *mm*) noch gedrungener als bei der *S. inflata* des Mittelmeeres (3, p. 14), oft direkt kugelig. Die Corona (Figur 1, *a*) ist wie bei jener kurz und in der Mitte stark eingezogen Der größere Typus wurde von Doncaster bereits als besondere Art, *S. gardineri* (1, p. 212) aufgefaßt mag daher als *gardineri*-Typus bezeichnet sein. Er erreicht eine Länge von über 30 *mm*; der Körper ist

Fig. 1.

a *b* *c* *d*

Sagitta inflata Grassi. Verschiedene Formen der Corona.

schlanker und etwas muskelstärker, so daß namentlich kleinere Individuen ein opakeres und konsistenteres Aussehen als gleich große des *minor*-Typus haben, ohne daß aber der schlaffe Charakter der *S. inflata* überhaupt nicht noch immer deutlich wäre. Reife Eier beginnen bei etwa 16 *mm* langen Individuen aufzutreten. Die entwickelten Ovarien sind verhältnismäßig schlank und messen gewöhnlich 3 *mm*, nicht selten aber bedeutend mehr. So fand ich zum Beispiel ein 18 *mm* langes Individuum, dessen Ovarien 6 *mm* lang waren. Bei älteren Individuen sind sie gewöhnlich ganz oder teilweise entleert und können leicht der Beobachtung entgehen. Parallel mit der weiblichen läuft die männliche Entwicklung. Die Corona ist länglich, in der Mitte am breitesten, ihr hinteres Ende gewöhnlich spitz (Figur 1, *b*), mitunter aber auch verbreitert (Figur 1, *c*). In der Form der Flossen, der Gestaltung des Kopfes, im Längenverhältnis von Rumpf- und Schwanzteil sowie in den Zahlenverhältnissen der Kopfbewaffnung besteht kein Unterschied zwischen den beiden Typen. Meine Tabelle (s. u.) bezieht sich daher in ihrem ersten Teile (bis 12 *mm*) auf beide.

In den Fängen aus der südlichen Hälfte des Roten Meeres (Station 119—153) waren Übergänge zwischen den beiden Typen selten. Sie waren meist miteinander vergesellschaftet — wobei der *gardineri*-Typus bedeutend überwog — und ließen sich sogar mit freiem Auge oder unter einer schwachen Lupe leicht und sicher voneinander trennen. Ich war daher geneigt, zwei bereits wohldifferenzierte Arten — *S. minor* n. sp. und *S. gardineri* Doncaster — anzunehmen. Die Untersuchung des weit umfangreicheren Materials aus der nördlichen Hälfte des Roten Meeres zeigte jedoch, daß die Trennung zweier solcher Spezies viel schwieriger, ja direkt unmöglich war, da die Übergänge hier viel häufiger und mannigfaltiger sind. Individuen derselben Größe treten bald mit reifen, bald mit unreifen Ovarien auf und die Corona zeigt die verschiedensten Zwischenformen, die sich bald mehr dem einen, bald mehr dem andern Typus nähern, bald die Mitte zwischen beiden einnehmen (Figur 1, *d*). Am häufigsten war wieder der *gardineri*-Typus, dann kamen der Menge nach die Zwischenformen, am seltensten war der reine *minor*-Typus.

Daß Fowler (2) auch beide Typen vorgelegen, geht aus seinen Abbildungen hervor. Seine Fig. 10 (*gardineri*-Typus) entspricht nach seinen Angaben einem doppelt so großen Individuum als Fig. 13 (*minor*-Typus).

Was die *S. inflata* des Mittelmeeres (Vgl. 3, p. 13) betrifft, so muß diese als besonderer Typus — *S. inflata* s. str. — neben die beiden andern Typen gestellt werden, da sie keinem Zwischenstadium, sondern am besten einer vergrößerten Form des *minor*-Typus entspricht. Einen Teil der Zwischenformen im Roten Meere als Bastarde des *gardineri*-Typus mit *S. inflata* s. str. aufzufassen, scheint mir deshalb unzulässig, weil über einen Artenaustausch zwischen Rotem und Mittelmeer durch den Suezkanal nichts

Gesamtlänge in Millimetern	Davon kommen auf das Schwanzsegment	Zahl der Haken	Zahl der Vorderzähne	Zahl der Hinterzähne
6	0·9—1·4	8—9 (10)	6—8	10—13
7	1—1·2	8—9	6—8	10—12
8	1·2—1·4	8—9	6—8	9—11
9	1·3—1·5	8—9	7	9—11
10	1·5—2	8—10	6—10	9—15
11	1·6—2	8	8—10	12—13
12	1·7—2·2	8—9	8—10	11—16
13	2—2·5	9—10	8—10	11—16
14	2·1—2·5	8—9	8—10	11—16
15	2·4—2·5	8—9	9—10	15
16	3	9	9	15
17	2·5—3·5	8—10	7—11 (13)	13—17
18	3·8	9	10—12	15—16
20	3·5	—	11	13
21	3·5	8—9	10	13
22	3·8	9	10	13
25	4	7—8	8—9	16
27	4·5	8	9	15
30	5	9	—	12

bekannt ist. Eher sind jedenfalls Bastardierungen zwischen den beiden Typen des Indischen Ozeans möglich, obwohl, wenigstens nach meinem Material aus dem südlichen Teile des Roten Meeres, ihre Geschlechtsreife in verschiedene Jahreszeiten fallen muß, da in allen Fängen, welche reife *minor*-Individuen

enthielten, die *gardineri*-Individuen ganz unreif waren. Durch dieses Moment der verschiedenen Brutzeiten wäre aber die Isolation dieser werdenden Arten ermöglicht. Ich glaube jedoch, daß aus dem Angeführten sich theoretische und praktische Gründe genug ergeben, *S. inflata* im weiteren Sinne noch als eine Spezies gelten zu lassen.

Sagitta neglecta Aida.

Wie aus der Übersicht am Schlusse dieser Abhandlung hervorgeht, waren es hauptsächlich Fänge, die südlich vom 20. Breitegrad gemacht wurden, welche diese Art enthielten. Sie scheint daher wärmere Gebiete zu bevorzugen. Soweit mir genauere Zählungen an der Kopfbewaffnung möglich waren -- die Tiere hatten meist die Kappe vorgezogen — fand ich, wie auch in allem übrigen, stets Übereinstimmung mit Fowler's Angaben (2, p. 15).

Sagitta regularis Aida.

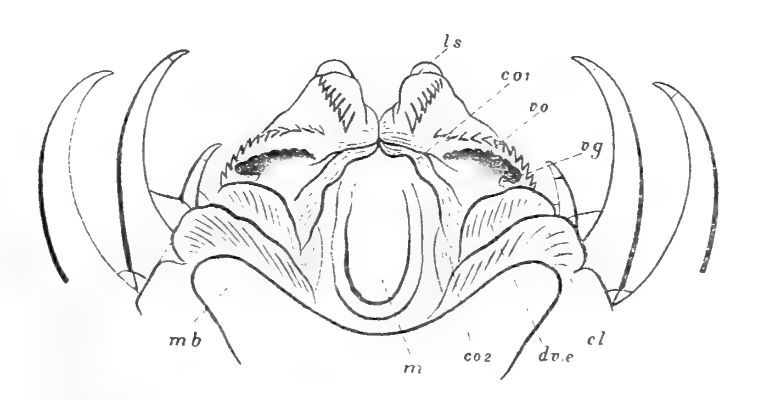
So sehr diese Art unter der Lupe im Habitus *S. neglecta* auch gleicht, läßt sie sich doch bei stärkerer Vergrößerung ohne weiteres von dieser durch die beträchtlich geringere Anzahl der Hinterzähne — ich habe nie mehr als sechs gefunden — unterscheiden. Auch sind diese, ebenso wie die Vorderzähne, viel schlanker und durchsichtiger als bei *S. neglecta*, wo sie durch ihre bräunliche Färbung auffallen. Die Vorderzähne, die sich bei letzterer Art dachziegelartig decken, stehen bei *S. regularis* gespreizt und sind ebenfalls in geringerer Anzahl vorhanden. Bei gut erhaltenen Individuen ist allerdings die außerordentlich mächtig entwickelte Collerette mit den stark vorspringenden Tasthügeln das beste Erkennungsmerkmal häufig bemerkte ich jedoch, daß sie infolge der Konservierung verloren gegangen oder stark geschrumpft war. In solchen Fällen ist natürlich die Ähnlichkeit mit *S. neglecta* noch größer und nur die Zahl der Zähne ermöglicht eine sichere Bestimmung.

Nach den Fängen der »Pola« ergibt sich für *S. regularis* eine ziemlich gleichmäßige, aber nicht dichte Verbreitung im Roten Meere.

Sagitta robusta Doncaster.

Es erscheint mir seltsam, daß Fowler, dem doch ein sehr umfangreiches Material vorlag, zu keinem sicheren Ergebnis über das Verhältnis dieser Spezies zu *S. ferox* Doncaster kommen konnte. Fowler's

Fig. 2.



Sagitta robusta Doncaster. Vorderende des Kopfes von der Ventralseite, Vergr. 70. — *co 1, co 2* M. constrictor oris primus und alter, *cl* M. complexus lateralis, *dv. e* M. dilatator vestibuli externus, *ls* Lateralspange, *m* Mundöffnung, *mb* M. bicornis, *vg* Vestibulargrube, *vo* Vestibularorgan.

Abbildungen dieser beiden Arten stimmen in hohem Grade miteinander überein und die im Text angeführten Unterscheidungsmerkmale sind fast sämtlich gradueller Natur. Ich glaube daher nicht fehlzu-

gehen, wenn ich mich für die schon von Doncaster (1, p. 212) als möglich hingestellte Identität dieser beiden Arten ausspreche und *S. ferox* nur als eine ältere *S. robusta* auffasse.

Die Individuen, welche ich untersuchen konnte, gehören zweifellos ein und derselben Art an. Die Länge des Schwanzsegmentes beträgt, die Schwanzflosse nicht mitgerechnet, 25—30 Prozent der Gesamtlänge. Die Vorderflossen zeigten die von Fowler für *S. robusta* angegebene Gestalt; ich glaube jedoch, daß die starke Verschmälerung ihrer vorderen Hälfte in Wirklichkeit nicht existiert, sondern auf Rechnung der Konservierung, welche ja diese zarten Gebilde stark hernimmt und ein Einsinken der Seitenfelder bewirkt, zu setzen ist. Die Papillen auf den Vestibularwülsten (Fig. 2, *vo*) sind bald stärker *(ferox)* bald schwächer *(robusta)* entwickelt; die Collerette ist dünn *(robusta)*. Die Hakenzahl variiert, wie aus meiner Tabelle ersichtlich ist, bei kleineren Individuen zwischen 6 und 7, bei größeren zwischen 5 und 6 *(ferox)*. Das allmähliche Abnehmen der Hakenzahl mit dem Alter, wurde aber bereits bei mehreren Arten beobachtet (Vgl. 7, p. 9 und 12). Die reifen Ovarien füllen das Rumpfcoelom vollständig aus und reichen bis in die Halspartie.

Die junge *S. robusta* zeichnet sich wie keine andere der mir bekannten Arten durch einen unverhältnismäßig breiten Kopf (durchschnittlich 0·8 *mm*) aus. Später wächst der Körper schneller als der Kopf, da die Breite des letzteren bei 14—15 *mm* langen Tieren nur 1 *mm* beträgt.

Gesamtlänge in Millimetern	Davon kommen auf das Schwanzsegment	Zahl der Haken	Zahl der Vorderzähne	Zahl der Hinterzähne
5	1·4—1·5	6—7	5—6	7—9
6	1·5—1·8	6—7	5—6	7—9
7	1·8—2·2	6—7 (8)	6—7	8—12
8	2—2·3	6—7	6—7	10—12
9	2·5—3	6—7	7—8	10—14
10	2·7—3	6—7 (8)	6—8	10—14 (15)
12	3—3·5	5—6	7—8	8—13
13	3—3·6	5—6 (7)	6—8	10—12
14	3·5—4	5—6	7—8 (9)	8—12
15	3·5—4	5—6	7—8	10—13

Sagitta serratodentata Krohn.

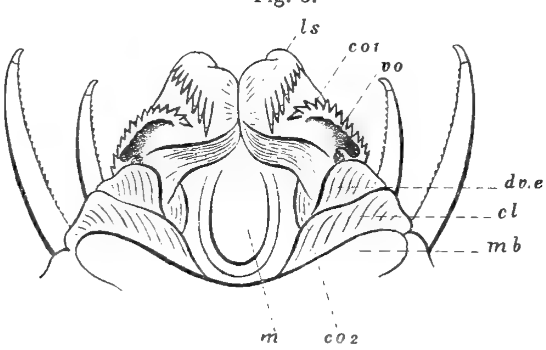
Wie auch die Ergebnisse Fowler's zeigen (2, p. 28), ist diese Art nächst *S. inflata* die gemeinste im Indischen Ozean. Ich fand sie in 84 von den 101 Oberflächenfängen, die mir vorlagen. Ein Unterschied gegenüber der *S. serratodentata* des Mittelmeeres ergibt sich nur soweit, als meinen Beobachtungen nach die Zähnelung der Haken nicht immer so deutlich ausgeprägt ist und oft sich nur auf Andeutungen am distalen Ende der jüngsten Haken beschränkt. Dagegen existieren keine Unterschiede bezüglich der Zahlenverhältnisse der Kopfbewaffnung, wie aus den beiden folgenden Tabellen, deren erste sich aus dem Material der Pola-Expeditionen im östlichen Mittelmeere ergab (7) und hier nachgetragen sei, zu ersehen ist.

Mittelmeer.

Gesamtlänge in Millimetern	Davon kommen auf das Schwanzsegment	Zahl der Haken	Zahl der Vorderzähne	Zahl der Hinterzähne
7	1·8—2·2	7	6—7	10—14
8	2—2·5	6—7	6—8	12—17
9	2·1—2·5	6	7—8	15—17
10	2·4—2·9	6	8—9	16—19
Rotes Meer.				
7	1·4—1·6	(5) 6—7	5—8	10—16
8	1·5—1·9	6—7	6—8	12—17
9	1·9—2	6	8—9	17—29

Für das Schwanzsegment ergeben sich danach 23—31 % bei der *S. serratodentata* des Mittelmeeres, 20—25 % bei der des Roten Meeres. Diese im Vergleich zu den Angaben Fowler's etwas kleineren

Fig. 3.



Sagitta serratodentata Krohn. Vorderende des Kopfes von der Ventralseite, Vergr. 90. Buchstabenbezeichnung wie bei Fig. 2.

Zahlen erklären sich wohl daraus, daß ich bei meinen Messungen die Schwanzflosse außer acht lasse. In Ergänzung zu Bemerkungen über die Kopfform und die Stellung der Zahnreihen, die ich andernorts gemacht habe (3, p. 15), gebe ich Figur 3.

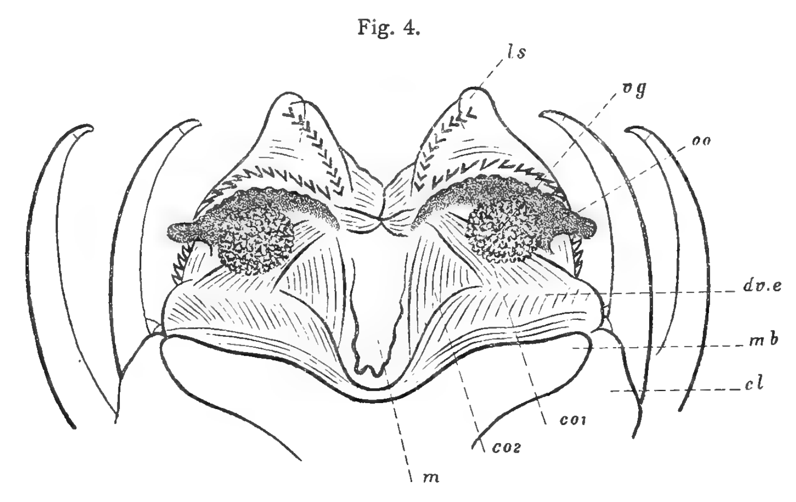
Sagitta sibogae Fowler.

Diese Art scheint in der Tiefe des Roten Meeres sehr verbreitet zu sein, da sie in keinem der, allerdings nur vier, Schließnetzfänge fehlte. In den Oberflächenfängen kam sie niemals vor, ist daher ausgesprochen mesoplanktonisch. Ich hatte Individuen bis zu 17 *mm* Länge vor mir, der stark kontrahierte Zustand ließ jedoch auf größere Dimensionen im Leben schließen.

Zu Fowler's Originalbeschreibung (2, p. 21) kann ich noch einiges ergänzend hinzufügen. Die Vorderflossen sind schwer sichtbar, die Hinterflossen erstrecken sich oft noch etwas weiter auf das Schwanzsegment als Fowler angibt, endigen jedoch stets noch ein gutes Stück vor den Samenblasen. Die Spitzen der Haken sind groß und ganz leicht hakig gebogen. Mächtig entwickelt ist der Stirnteil des Kopfes (Figur 4), der die Vorderzähne trägt. Diese sowie die Hinterzähne sind mit deutlich aufgesetzten Spitzen (nicht Sternchen) versehen. Etwas abweichend von der Darstellung Fowler's (2, Fig. 72) fand ich die Vestibularwülste *(vo)* gebaut: Sie gehen bei meinen Individuen seitlich in einen außergewöhnlich

langen Fortsatz aus und sind überhaupt so stark entwickelt, wie bei keiner anderen Spezies. Hinter ihnen liegen die ebenfalls sehr großen und markanten Vestibulargruben *(vg)*. Ein gutes Merkmal ist ferner, wie ich Fowler bestätigen kann, die ebenfalls nur bei dieser Art beobachtete ellipsoidische Gestalt der

Fig. 4.



Sagitta sibogae Fowler. Vorderende des Kopfes von der Ventralseite. Vergr. 120. Buchstabenbezeichnung wie bei Fig. 2.

Augen. Die Corona war nicht erhalten. Der Anfangsdarm ist mit Divertikeln ausgestattet. Die reiferen Ovarien sind weit davon entfernt, die Rumpfhöhle auszufüllen und erinnern dadurch, sowie auch durch ihre geringe Länge (2—3 *mm*) an die von *S. inflata.*

Die folgende Tabelle wurde nur nach besterhaltenen Individuen angefertigt. Im Vergleich mit Fowler's Angaben ergeben sich danach für die Vorder- und Hinterzähne gelegentlich noch größere Zahlen, für das Schwanzsegment dagegen übereinstimmend 22—30 % der Gesamtlänge.

Gesamtlänge in Millimetern	Davon kommen auf das Schwanzsegment	Zahl der Haken	Zahl der Vorderzähne	Zahl der Hinterzähne
7	1·8	6—7	6	11
8	1·8	6	11—12	23
9	2—2·5	6—7	7—13	15—24
10	2·5—3	6	9—11	19—22
11	2·8—3	5—6	10—12	18—26

Die Temperatur, die in den Tiefen, aus welchen *S. sibogae* herkam, herschte, betrug, wie ich den physikalischen Untersuchungen Dr. J. Luksch' während der Pola-Expeditionen (Denkschriften d. Akad. Bd. 65 u. 69) entnehme, 21—23°.

Krohnia pacifica Aida.

Die wenigen Individuen, die mir vorlagen, haben eine Länge von 5—6 *mm* und fügen sich, soweit ihr Erhaltungszustand eine Untersuchung zuläßt, vollkommen der Charakterisierung, die Fowler von dieser Spezies gibt, ein: Das Schwanzsegment beträgt durchschnittlich 30% der Gesamtlänge; Haken 9; Zähne 14—15, lang, bajonettförmig, mit deutlicher Pulpa. Hinzufügen kann ich, daß Vestibularorgane wohl vorhanden sind; sie bestehen jederseits aus einem einfachen, seitlich etwas vorspringenden Wulste, der papillöser Erhebungen vollständig entbehrt. Auch Vestibulargruben konnte ich deutlich beobachten; sie liegen der Mundhöhle etwas genähert, sind kreisrund und scharf begrenzt.

Bei einigen Individuen sind die Ovarien reif und messen 1·2—1·6 *mm* Länge.

Übersicht über die Fänge.

(Das Vorkommen einer Art ist durch ein liegendes Kreuz angedeutet.)

I. Expedition: **II. Expedition:**

Station	*hexaptera*	*inflata*	*neglecta*	*regularis*	*robusta*	*serratodentata*	*sibogae*	*pacifica*	Station	*hexaptera*	*inflata*	*neglecta*	*regularis*	*robusta*	*serratodentata*	*sibogae*	*pacifica*
3	.	×	.	.	.	×	.	.	97	.	.	.	.	×	.	.	.
4	.	×	.	×	.	×	.	.	98	.	×	.	.	×	.	.	.
6	.	×	.	×	.	.	.	.	100	.	×	.	×	×	×	.	.
7	.	×	.	.	.	×	.	.	101	.	×	×	×	.	×	.	.
8	×	×	.	.	.	×	.	.	102	.	×	×	×	×	×	.	.
10	×	×	.	.	.	×	.	.	103	.	×	.	.	×	×	.	.
11	×	×	.	×	.	×	.	.	104	.	×	.	.	×	×	.	.
12	×	.	.	.	.	.	×	.	105	.	×	.	.	.	×	.	.
13	×	×	.	.	.	.	.	.	108	×	×	.	.	.	×	.	.
14	.	×	.	×	.	×	.	.	111	.	×	.	.	×	×	.	.
17	×	×	×	.	×	×	.	.	112	.	×	.	.	×	×	.	.
18	.	×	.	.	×	×	.	.	115	.	×	.	.	.	×	.	.
19	×	×	.	×	×	×	.	.	116	.	×	.	×	×	×	.	.
21	×	×	.	.	.	×	.	.	118	×	×	×	.	.	×	.	.
22	×	×	.	.	.	.	.	.	119	×	×	.	.	×	×	.	.
23	×	×	.	.	.	×	.	.	123	.	×	×	.	.	.	.	.
24	.	×	.	×	×	×	.	.	125	×	×	.	.	.	×	.	.
25	×	×	.	×	.	×	.	.	126	×	×	.	.	×	×	.	.
28	×	×	.	.	.	×	.	.	129	×	×	.	.	×	×	.	.
29	×	×	.	.	.	×	.	.	132	.	×	.	.	.	.	.	.
30	×	.	.	.	.	.	×	.	136	.	×	.	.	×	.	.	.
32	×	×	.	.	.	×	.	.	137	.	×	.	.	.	.	.	.
33	×	×	.	×	.	×	.	.	140	.	×	×	.	×	×	.	.
36	.	×	×	.	.	×	.	.	142	.	×	×	.	×	×	.	×
37	×	×	×	.	.	×	.	.	144	.	×	×	.	×	×	.	.
39	.	×	.	×	.	×	.	.	146	.	.	.	.	.	.	×	.
40	×	×	.	×	.	×	.	.	147	.	×	×	.	×	.	.	×
42	.	×	.	.	.	×	.	.	148	.	×	×	.	×	×	.	.
43	×	×	.	.	×	×	.	.	149	.	×	×	.	×	×	.	.
45	.	×	×	×	.	×	.	.	150	.	×	×	.	×	×	.	.
46	×	×	.	×	.	×	.	.	151	.	×	.	.	×	.	.	.
49	×	×	.	×	×	×	.	.	152	.	×	×	.	×	.	.	×
52	×	×	.	×	.	×	.	.	153	.	×	×	.	×	.	.	×
53	×	×	.	×	.	×	.	×	154	×	×	.	.	.	×	.	.
57	.	×	.	.	.	×	.	.	155	×	×	.	.	×	×	.	.
60	.	×	.	.	.	×	.	.	158	×	×	.	×	.	×	.	.
62	.	×	.	.	.	×	.	.	159	×	×	.	×	×	×	.	.
63	×	×	.	×	.	×	.	.	160	.	×	×	×	.	×	.	.
64	×	×	.	.	.	×	.	.	161	.	×	.	×	×	×	.	.
65	×	×	.	.	.	×	.	.	162	×	×	.	×	.	×	.	.

I. Expedition:

Station	*hexaptera*	*inflata*	*neglecta*	*regularis*	*robusta*	*serratodentata*	*sibogae*	*pacifica*
67	.	×	.	×	×	×	.	.
68	×	×	.	×	.	×	.	.
69	×	×	.	×	×	×	.	×
70	.	×	.	.	×	×	.	×
71	.	×	×	.	×	.	.	.
73	×	×	.	×	.	×	.	.
74	×	×	.	×	.	×	.	.
77	×	×	.	×	×	×	.	.
78	×	×	.	×	.	×	.	.
80	×	×	×	.	.	×	.	×
82	×	×	.	×	.	×	.	.
83	.	.	.	.	.	.	×	.
84	.	×	.	.	×	.	.	.
86	.	×	.	×	×	×	.	.
89	.	×	.	.	.	×	.	.
90	×	×	×	.	×	.	.	.
91	×	.	.	.	.	.	.	.

II. Expedition:

Station	*hexaptera*	*inflata*	*neglecta*	*regularis*	*robusta*	*serratodentata*	*sibogae*	*pacifica*
163	×	×	×	×	×	×	.	.
167	×	×	.	×	.	×	.	.
171	.	×	.	.	.	×	.	.
172	.	×	×	×	.	×	.	.
180	.	.	.	×	.	×	.	.
181	.	.	.	×	.	×	.	.
186	.	×	.	×	.	×	.	
187	.	.	.	.	.	×	.	.

Literatur.

1. Doncaster L. Chaetognatha, with a Note on the Variation and Distribution of the Group. Fauna Geogr. Maldive Laccadive Archip. Bd. 1; Cambridge 1902.

2. Fowler, G. H. The Chaetognatha of the Siboga-Expedition etc. Siboga Expeditie XXI. Leiden 1906.

3. Ritter-Záhony, R. v. Zoolog. Ergebn. Exp. S. M. S. »Pola« östl. Mittelmeer 1890/94 XIV. Chätognathen. Denkschr. Wien. Akad. Bd. 84; 1909; Separata 1908.




SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 01354 9399